DIE

GESTEINE DER ECUATORIANISCHEN WEST-CORDILLERE

VON TULCAN BIS ZU DEN ESCALERAS-BERGEN

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VON DER

PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT DER FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

GENEHMIGT

UND NEBST DEN ANGEFÜGTEN THESEN ÖFFENTLICH ZU VERTHEIDIGEN

AM 16. NOVEMBER 1892

VON

MAX BELOWSKY

AUS BERLIN

OPPONENTEN:

HERR FRITZ WAGNER, CAND. THEOL.
HERR PAUL SIEPERT, SCHULAMTSCANDIDAT.
HERR RICHARD HERZ, DR. PHIL.

BERLIN

DRUCK VON J. KERSKES

1892.

Diese Arbeit bildet einen Theil des später im Buchhandel erscheinenden Werkes:

W. REISS und A. STÜBEL, REISEN IN SÜD-AMERIKA

DAS HOCHGEBIRGE

DER

REPUBLIK ECUADOR

I

PETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN

1. WEST-CORDILLERE

BEARBEITET IM

MINERALOGISCH-PETROGRAPHISCHEN INSTITUT
DER UNIVERSITÄT BERLIN

BERLIN
VERLAG VON A. ASHER & CO.



DIE

GESTEINE DER ECUATORIANISCHEN WEST-CORDILLERE

VON TULCAN BIS ZU DEN ESCALERAS-BERGEN

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

VON DER

PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT DER FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

GENEHMIGT

UND NEBST DEN ANGEFÜGTEN THESEN ÖFFENTLICH ZU VERTHEIDIGEN

AM 16. NOVEMBER 1892

VON

MAX BELOWSKY

AUS BERLIN

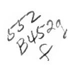
OPPONENTEN:

HERR FRITZ WAGNER, CAND. THEOL.
HERR PAUL SIEPERT, SCHULAMTSCANDIDAT.
HERR RICHARD HERZ, DR. PHIL.

BERLIN

DRUCK VON J. KERSKES

1892.



Vorliegende Arbeit, welche ich einer hohen philosophischen Facultät der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin als Inaugural-Dissertation einzureichen die Ehre habe, wurde von mir auf Veranlassung des Herrn Geheimen Bergraths Prof. Dr. C. Klein unternommen und im mineralogisch-petrographischen Institut hiesiger Universität ausgeführt.

Nach Beendigung meiner Arbeit sei es mir gestattet, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimen Bergrath Prof. Dr. C. Klein, für die wohlwollende Unterstützung, welche mir derselbe während meines mineralogischen Studiums und besonders bei der Ausführung dieser Arbeit zu Theil werden liess, meinen wärmsten Dank auszusprechen.

In gleicher Weise danke ich dem Assistenten am mineralogisch-petrographischen Institut, Herrn Privatdocenten Dr. F. Rinne, für das Interesse, welches derselbe meinen mineralogischen Studien entgegenbrachte, sowie dafür, dass er mir bei der Anfertigung vorliegender Arbeit stets mit Rath und That zur Seite gestanden hat.

Auch den Herren Dr. W. Reiss und Dr. A. Stübel, den Forschern, welche die in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Gesteine gesammelt haben, schulde ich grossen Dank. Beide haben mir in liebenswürdigster Bereitwilligkeit auf alle meine Anfragen Antwort ertheilt und mich überhaupt in jeder Weise bei der Ausführung der vorliegenden Arbeit unterstützt.

Einleitung.

Die vorliegenden Untersuchungen betreffen einen Theil jener grossen Sammlungen von Gesteinen, welche die Herren Dr. W. Reiss und Dr. A. Stübel auf ihren Reisen in Süd-Amerika in den Jahren 1868—1878 zusammengestellt haben. Sie beziehen sich in erster Linie auf eine Suite derselben, welche die mineralogisch-petrographische Sammlung der hiesigen Universität als Geschenk erhalten hat. Der in Betracht kommende Theil dieser Suite umfasst ungefähr 150 Handstücke. Berücksichtigt wurden fernerhin die Privatsammlungen der oben genannten Herren, von denen die erste sich hier in Berlin, die zweite in Dresden befindet. Beide zusammen umfassen für den Andeszug von Tulcan bis zu den Escaleras-Bergen, d. h. für das hier in Betracht kommende Gebiet, 480 Gesteine, sodass im Ganzen ungefähr 630 Handstücke zur Beschreibung herangezogen werden konnten. Die mikroskopische Untersuchung wurde an 250 Dünnschliffen vorgenommen. Von der Gesteinsreihe der mineralogisch-petrographischen Sammlung der Universität sind von allen Gesteinen mit Ausnahme der Tuffe Dünnschliffe angefertigt worden, während aus den beiden Privatsammlungen etwa 100 Handstücke zu diesem Zwecke ausgewählt wurden.

Es schliessen sich die nachstehenden Untersuchungen an die des Herrn Dr. Küch[1]) an, welcher die von den Herren Dr. W. Reiss und Dr. A. Stübel gesammelten vulkanischen Gesteine der Republik Colombia in eingehender Weise bearbeitet hat.

Was die petrographische Litteratur unseres Gebietes anlangt, so sind mir keine Schriften bekannt geworden, in welchen Gesteine aus der hier in Betracht kommenden Gegend einer genaueren Untersuchung unterzogen worden wären.

---

[1]) W. Reiss und A. Stübel: Reisen in Süd-Amerika. Geologische Studien in der Republik Colombia I. Petrographie, 1. Die vulkanischen Gesteine bearbeitet von Richard Küch. Berlin 1892.

Der grösste Theil der Gesteine gehört den jungvulkanischen Bildungen an. Die Gesteine der alten Formation sind nur in einigen wenigen Handstücken vertreten.

Die folgenden, von Herrn Dr. Reiss mitgetheilten Bemerkungen mögen einigen Anhalt geben zum Verständniss der topographischen und geologischen Verhältnisse der Gebiete, aus welchen die hier bearbeiteten Gesteinssammlungen stammen:

Das den südlichsten Theil der Republik Colombia bildende Hochland, auf welchem die Orte Sapuyes, Ipiales u. s. w. liegen, wird gegen Süden durch einen nicht sehr hohen, aber mächtigen Gebirgsstock abgeschlossen, über welchen die Heerstrasse, der Camino real, von Colombia nach Ecuador führt. Am Nordfusse dieses Gebirges verläuft der Rio Carchi, die Grenzscheide der beiden Republiken.

Das colombianische Hochland senkt sich, bei einer mittleren Höhe von ungefähr 2900 m, ganz unbedeutend nach dem Grenzflusse zu, und ganz allmählich steigt auch jenseits des Flusses das Land zum Städtchen Tulcan (2977 m) an. Dann aber erhebt sich rasch die ganze Gebirgsmasse zum Páramo de Boliche, dessen Passhöhe 3400 m erreicht. Der Camino real führt in einer flachen Einsenkung, die im Osten und Westen von höheren, aber wenig markirten Bergen begrenzt wird, gegen Süden. Im Westen liegt der Páramo del Anjel, ein wohl von vulkanischen Massen überdeckter Gebirgsrücken; im Osten verläuft die aus alten Gesteinen bestehende Ostcordillere, auf Villavicencio's Karte als Cordillere Pinampiro bezeichnet. Der Grund der Einsenkung hält sich in einer Höhe von etwa 2900 m, der Weg aber steigt zuletzt noch zu 3000 m an, so dass man ganz plötzlich und unerwartet am Rande einer der tiefsten und engsten Schluchten der Cordillere steht. Schroff abgeschnitten endet hier das Hochland von Puntal in einer über 1400 m hohen Wand, die in erschreckender Steilheit nach dem Grunde des Chota-Thales abfällt (1532 m). Um so überraschender wirkt der Anblick, als man, wie von hohem Balkone, über die etwa 500 m niedrigere Südwand der Schlucht hinweg, weithin das Becken von Ibarra überblickt, begrenzt von den schön geformten Bergen: Cotacachi, Mojanda und Imbabura.

Nur flüchtig haben wir den hier geschilderten Gebirgsstock von Tulcan bis zum Rio Chota durchzogen; wir sind nicht eingedrungen in die schwach bevölkerten und wenig zugänglichen Hochgebirge: unsere Sammlungen beschränken sich deshalb auf die wenigen Stücke, welche wir längs des Weges oder bei kurzen Abstechern erlangen konnten. Soviel ergiebt sich jedoch aus unseren Beobachtungen, dass hier eine tiefe Einsenkung in der Cordillere durch vulkanische Ausbruchsmassen erfüllt und wohl auch ein beträchtlicher Theil des höheren Gebirges überdeckt wurde. Auf der ganzen Strecke vom Rio Carchi bis zum Rio Chota stehen nur vulkanische Gesteine an, und der

ganze 1400 m hohe Absturz nach dem Chota-Thale besteht aus vulkanischen Gesteinen, unter welchen die hellen Tuffe stark vorherrschen. Nur vereinzelte Glimmerschieferblöcke in den Tuffen von Puntal weisen auf die Nähe der älteren Formationen hin; die Granit- und Gneissgerölle im Rio Chota gehören der Ostcordillere an, in welcher der Fluss seinen Ursprung nimmt. Schliesslich sei noch der beiden natürlichen Brücken gedacht, welche in diesem Gebiete vorkommen. Beide verdanken ihre Entstehung dem Sinterabsatz warmer Quellen; Rumichaca del Rio Carchi ist bekannt durch die merkwürdigen Schilderungen Karsten's, Rumichaca de Tuza, grossartiger in der ganzen Entwickelung, zeichnet sich durch die krystallinische Natur der Sinterbildung besonders aus.

Nach den kalten, öden Hochlanden, welche hier die Grenzgebiete der Republiken Colombia und Ecuador bilden, erscheint das Becken von Ibarra als ein freundliches, liebliches Land: Dörfer und Städtchen liegen auf weit ausgedehnten, vielfach der Baumwollkultur dienenden Landflächen in Höhen von 2200 bis 2600 m; Flüsse und Bäche durchschneiden das Gelände und schöne Seen bringen Abwechselung in das Bild. Auch die das Becken umschliessenden Gebirgszüge erscheinen in milderem Lichte; die Cordilleren sind niedriger und nur vereinzelt erheben schön geformte Vulkanberge sich zu bedeutenderen Höhen. Die Ostcordillere besteht auch hier aus alten krystallinischen Gesteinen; die Westcordillere dagegen ist fast völlig von neueren vulkanischen Ausbruchsmassen überdeckt, unter welchen nur am Piñan ältere Gesteine sichtbar werden.

Aus dem heissen, unbebauten, auf weite Strecken hin mit Heliotrop überwucherten Lande von Salinas (1639 m) erhebt sich die Westcordillere, vom Rio Chota in 1520 m Meereshöhe durchbrochen. Alte, der Diabasformation angehörige Gesteine treten hier auf. Sie sind bedeckt durch vulkanische Ausbruchsmassen, welche ein von den Gewässern bereits stark zerrissenes Gebirge bilden, den Piñan, dessen höchster Gipfel, der Yana-Urcu, 4556 m Höhe erreicht. Helle Dacite bilden den Hauptbestandtheil des Gebirges, während die dunkleren Pyroxen-Andesite nur in geringer Zahl vorkommen.

Durch einen 3776 m hohen Sattel steht der Piñan mit dem südlich sich anschliessenden Cotacachi in Verbindung. Hier herrschen die dunkeln Pyroxen-Andesite vor; die kieselsäurereichsten Glieder der Andesitreihe, die Dacite, treten dagegen nur spärlich auf. Der Cotacachi bildet ein auf breiter Basis aufgebautes Gebirge, dessen höchster Gipfel (4960 m) eine steile Felspyramide darstellt. Scharfe Schlacken- und Lavengrate ziehen durch die bis 4500 und 4600 m herabreichenden Schnee- und Eismassen. Das vulkanische Gebirge ist der Westcordillere etwas gegen Ost vorgelagert, sodass nur sein Westfuss den Kamm der älteren Cordillere bedeckt. Durch seine freie

Stellung kommt die Bildungsweise des schön geformten Berges von allen Seiten zur Geltung: es ist ein selbständiges, in sich abgeschlossenes Individuum, nicht ein Theil einer grösseren Gebirgskette. Radialgestellte, strebepfeilerartige Rücken vereinigen sich zu einem gewaltigen Unterbau, über welchem steil und schroff die eisbedeckte Gipfelpyramide aufragt. Ist letztere auch schon stark zerstört, schneiden auch schon tiefe Thäler in die Flanken des Gebirges ein, so stellt sich doch der Cotacachi als ein noch frisches vulkanisches Gebirge dar, dessen ursprüngliche Form durch die Erosion nur wenig verändert ist. Feste Lavenbänke mit Schlackenzwischenlagen herrschen am Fusse des Berges vor, mächtige Schlackenagglomerate treten in den höheren Theilen häufiger auf. Die von Nord nach Süd gestreckte Gestalt des Berges lässt erkennen, dass die Ausbrüche auf einer grösseren Fläche wirksam waren und nicht auf einen Punkt sich concentrirten.

Der Ort Cotacachi, in der Mulde von Ibarra am Fusse des Berges erbaut, liegt in 2435 m Meereshöhe; da nun die Gipfelfelsen 4960 m erreichen, so ergiebt sich für den Cotacachi eine Höhe von 2525 m, d. h. das hier vorliegende vulkanische Gebirge ist doppelt so hoch wie der Vesuv.

Bei dem grossen Erdbeben, welches im Jahre 1868 die Provinz Imbabura heimsuchte, richteten die vom Cotacachi ausgehenden Schlammströme grosse Verheerungen an. Aber diese Schlammströme verdanken nicht vulkanischen Ausbrüchen ihre Entstehung; es sind gewaltige Erdstürze, welche, durch die in den Tuffen und losen Schlackenschichten aufgesogenen Regen- und Schneewasser zu Schlammströmen umgewandelt, an den steilen Gehängen des Berges sich herabwälzten.

Ein niederer vulkanischer Gebirgsstock schliesst sich gegen Süden so unmittelbar den Abhängen des Cotacachi an, dass er als mit diesem zusammengehörig betrachtet werden muss. Den höchsten Punkt bildet der Cerro de los Morroches (3990 m), zu dessen Füssen der Kratersee Cuicocha sich ausdehnt. Steigt man aus dem Becken von Ibarra an den wenig steilen Berggehängen aufwärts, so gelangt man plötzlich an den Rand des grossen Kraterkessels, aus dessen See (3081 m) zwei kleine Lavainseln sich erheben. Rings ist der See von steilen Felsen umschlossen, deren Höhe an der niedrigsten Stelle nur 40 m beträgt, die aber an der Nordseite, woselbst der Kraterkessel in die Flanke des Cotacachi eingreift, 400 m erreichen. Pseudoparallele Laven-, Schlacken- und Tuffbänke sind in der Umwallung sichtbar und lassen den inneren Bau des Gebirges erkennen.

Weiter gegen Süden folgen nun vulkanische Gebirge, deren tiefe Thäler, steile Abstürze und schroffe Formen deutlich zeigen, dass sie schon lange Zeiträume den zerstörenden Einflüssen der Atmosphärilien und der Erosion verfallen sind. Es sind dies

die Berge von **Cambugan** oder **Mnenala** (3579 m), **Sigsicungu** (3470 m) und **Chanchagran** (3735 m), welche wir hier unter dem gemeinschaftlichen Namen der **Escaleras-Berge** zusammengefasst haben: sie bilden ein Verbindungsglied zwischen der Westcordillere und dem das Ibarra-Hochland gegen Süd abschliessenden Mojanda. Ein Saumpfad führt über diese Berge, der seines schlechten Zustandes halber als Treppenweg (Escaleras) bezeichnet wird; von ihm leitet sich der hier gegebene Name her, der, wie auch die drei oben angeführten Namen, mehr oder minder willkürlich gewählt ist. Die Escaleras-Berge fallen gegen Süden steil ab nach dem Thale des **Rio Gnaillabamba**, der hier, bei Perucho, das Gebirge durchbricht (1565 m), und führen so über zu den Bergen der Westcordillere der Provinz Pichincha.

Mineralogisch-petrographische Untersuchungen.

A. Alte Gesteine.

Die alten Gesteine, welche auf dem Hochlande am Wege von Tulcan-Rio Chota sowie am Piñan gefunden wurden, stellen Gneisse, Glimmerschiefer, Diorite, Diabase und Diabasporphyrite dar. Doch liegen nur vom Piñan anstehende ältere Gesteine vor; die Gerölle aus dem Rio Chota stammen fast ausnahmslos aus der östlichen Cordillere, gehören also nicht dem hier zu betrachtenden Gebiete an.

I. Gneiss.

Die Handstücke, welche als Gneisse zu verzeichnen sind, stammen von der Brücke (1532 m) über den Rio Chota an der Heerstrasse (Camino real), welche von Tulcan nach Ibarra führt. Sie zeigen alle die parallelschieferige Structur.

Die eine Art von Handstücken stellt einen ausgezeichneten, lichtröthlich gefärbten Augengneiss dar. Feldspath und Quarz bilden in ihm eine feinkörnige Masse, in welcher besonders grössere Feldspäthe, nicht selten auch Quarze als Augen liegen. Um diese ziehen sich die Glimmerlagen herum.

Unter dem Mikroskop erkennt man, in einer Grundmasse von Quarz, Feldspath und dunklem und hellem Glimmer, Einsprenglinge von Feldspath und Quarz. Die Hauptzahl der Einsprenglings-Feldspathe erweist sich durch deutliche Zwillingslamellirung als Plagioklas. Die Zwillingslamellen sind nach dem Albitgesetz in die Individuen eingeschaltet. Nicht selten ist deutlich Zonenstructur an den Durchschnitten zu beobachten. Der Rand der Krystalle ist zum grossen Theil unregelmässig ausgebildet. Hin

und wieder indess gewahrt man schärfere Begrenzung, besonders durch die Ausbildung von $\infty P \breve{\infty}$ (010). Feldspathe ohne wahrnehmbare Zwillingslamellirung treten gegenüber den deutlich als Plagioklas zu erkennenden Durchschnitten stark in den Hintergrund. An Einschlüssen im Feldspath sind heller Glimmer und Zirkon zu erwähnen.

Als zweites Mineral, welches in Einsprenglingsform im Gestein vorkommt, stellt sich im Dünnschliff Quarz in unregelmässig gestalteten Körnern dar. Fast in allen diesen deuten fleckige und undulöse Auslöschung auf Verschiebung der kleinsten Theilchen durch äusseren Druck hin. — Auch im Quarz sind Einschlüsse von hellem Glimmer zu verzeichnen.

Der Untergrund besteht aus unregelmässig gestalteten Körnern von Quarz und Feldspath, an welch letzterem sich nur selten eine Andeutung von Zwillingslamellirung zu erkennen giebt. Fernerhin sind grössere und kleinere Durchschnitte von hellem und dunklem Glimmer zu erwähnen, welche zuweilen miteinander verwachsen sind. Biegungen am Glimmer deuten wie die erwähnte undulöse Auslöschung beim Quarz auf eine Ausübung von Druck hin, welchem das Gestein im festen Zustande unterlag.

An einem zweiten Handstück ist die schieferige Structur weniger deutlich zu erkennen. Quarz und Feldspath bilden ein gleichmässig körniges Gemenge von weisser Farbe. Nur hin und wieder lassen dünne Glimmerlagen die Schieferung hervortreten.

Der Feldspath erweist sich unter dem Mikroskop auch in diesem Handstück vorwiegend als Plagioklas. Ausser einer Zwillingsbildung nach dem Albitgesetz ist auch eine solche nach dem Periklingesetz zu verzeichnen.

Sehr fein vertheilte Verwitterungsprodukte haben die Feldspathsubstanz oft getrübt. An Einschlüssen zeigen die Durchschnitte hellen Glimmer und Zirkon.

Beim Quarz, welcher wie der Feldspath in unregelmässigen Körnern auftritt, sind besonders Flüssigkeitseinschlüsse zu erwähnen, die zum Theil eine Libelle erkennen lassen. In einzelnen Fällen konnte eine Beweglichkeit solcher Libellen festgestellt werden.

Der Glimmer kommt im Gestein unregelmässig vertheilt, zu einzelnen kleinen Nestern oder auch Lagen vereinigt vor. Schon makroskopisch lässt sich heller und dunkler Glimmer deutlich unterscheiden. Nicht selten sind im hellen Glimmer Zirkoneinschlüsse zu beobachten.

Eisenerz tritt wie in dem oben beschriebenen Augengneiss ausserordentlich zurück.

II. Glimmerschiefer.

Die Formation der Glimmerschiefer ist in mehreren Handstücken von den folgenden Fundpunkten vertreten:

Brücke des Rio Puntal nahe Rumichaca de Tuza (ca. 2800 m) am Wege von Tulcan nach Ibarra.

Brücke des Rio Chota am Wege von Tulcan nach Ibarra.

Linkes Gehänge des Rio Chota in der Höhe von den „las casas del Chota“ genannten Häusern (1550 m) am Wege von Tulcan nach Ibarra.

Die Untersuchungen haben folgendes Resultat ergeben:

Das Handstück von der Chota-Brücke unterscheidet sich von den beiden andern durch seine helle Farbe. Es fehlt ihm die grosse Menge von Erz, welches die beiden andern Gesteine dunkel färbt. Es ist ein weissliches Gestein, dessen eine Seite durch Eisenhydroxyd gelblich gefärbt erscheint. Die Schieferungsflächen sind mit hellem Glimmer in reichlicher Menge bedeckt. Dunkler Glimmer tritt dagegen ganz bedeutend zurück. Die einzelnen Lagen sind bei dem in Rede stehenden Gestein verhältnissmässig dick, und fest mit einander verbunden.

An wesentlichen Mineralbestandtheilen ist nur Quarz und heller Glimmer zu erkennen. Der Quarz bildet ein feinkörniges Gemenge, während der Glimmer, der in dünnen Lagen angeordnet vorkommt, die Schieferung des Gesteins deutlicher hervortreten lässt. Mehr accessorisch, aber in ziemlicher Menge erscheinen kleine rothbraune Granatkrystalle von der Form ∞ 0 (110).

Auch unter dem Mikroskop erweist sich als der Hauptgemengtheil der Quarz. Er bildet grössere Körner, deren Lücken durch kleinere Quarzindividuen ausgefüllt werden. In seinen übrigen Eigenschaften stimmt er mit dem Quarz der Gneisse vollständig überein. Auch hier sind reichlich Körner mit undulöser Auslöschung vorhanden. Als Einschlüsse sind Flüssigkeitstropfen, spitze Säulchen von Zirkon und heller Glimmer zu verzeichnen. Die Gelbfärbung des Quarzes lässt sich auch unter dem Mikroskop erkennen; besonders heben sich die Grenzen zwischen den Körnern durch diese Farbe ab, sodass der Schliff wie von einem Netz von gelben Schnüren durchzogen erscheint.

Der Glimmer stellt sich meist als heller, muscovitähnlicher dar. Nur hin und wieder ist ein grünlicher Farbenton an den Glimmerdurchschnitten zu erkennen.

Der Granat bildet lichtröthliche, durch ihr hohes Relief stark hervortretende Krystalle. Eisenerz ist in diesem Gestein selten. An einigen Stellen hat es sich in grösseren Mengen von rundlichen Körnern angehäuft.

Die von den beiden andern oben genannten Fundpunkten stammenden Handstücke sind dunkle Glimmerschiefer.

Das Gestein vom Rio Puntal nahe Rumichaca de Tuza, ein wohl aus den dort mächtig entwickelten Tuffen stammender Block, zeigt dünne Schieferungslagen, die sich leicht mit dem Messer von einander trennen lassen. Die dunkle Farbe wird durch grünlichgelbe Flecke unterbrochen. Die Schieferungsflächen erscheinen mit knotigem Gefüge infolge einer auf dem Querschnitt deutlich hervortretenden Flaserstructur.

Der Quarz, welcher die Hauptmasse des Gesteins ausmacht, bildet unregelmässige, rundliche oder langgestreckte Körner, die jeder krystallographischen Begrenzung entbehren. Undulöse und fleckige Auslöschung fehlen hier auch nicht. An Einschlüssen sind Blättchen von hellem Glimmer, Zirkon, Erz und viele Flüssigkeitströpfchen zu nennen.

Von den Glimmern ist ausschliesslich ein heller, muscovitähnlicher zu erwähnen. Er stellt sich in langen schmalen Durchschnitten dar. Frischer dunkler Glimmer fehlt vollständig. Hingegen deuten chloritische, oft mit Erz untermengte Massen auf seine einstige Gegenwart hin.

Das Eisenerz ist sehr reichlich vorhanden. Es bildet feine schwarze Körnchen, die sich zuweilen in grösseren Haufen angesammelt haben. Dichte grössere zusammenhängende Erzmassen sind verhältnissmässig selten.

Das dritte Handstück, von dem linken Gehänge des Rio Chota in der Höhe von „las casas del Chota“, stellt ein grauschwarzes, wenig glänzendes Gestein mit Andeutung von Fältelung dar. Auf einer quer durch das Gestein hindurchgehenden Spalte hat sich Quarz ausgeschieden.

Unter dem Mikroskop erweist sich das Gestein als besonders aus einer feinkörnigen Grundmasse von Quarzkörnchen bestehend, aus welcher einzelne grössere Quarzindividuen hervorragen. Auch hier zeigt fleckige und undulöse Auslöschung die Veränderung durch äusseren Druck an. Von Einschlüssen sind besonders Flüssigkeitseinschlüsse zu erwähnen. Dieselben enthalten zuweilen Libellen, deren Beweglichkeit erkennbar ist.

Von den Glimmerarten kommt nur heller muscovitähnlicher Glimmer vor. Er bildet ganz kleine längliche Durchschnitte.

Auch der Turmalin ist in diesem Gestein vorhanden. Der Form nach bildet er kleine Säulchen und Körner. Sein Pleochroismus bewegt sich zwischen lichtröthlichen und blaugrauen Tönen.

Zu erwähnen ist, dass in diesem Schliff der Zirkon auch im Gesteinsgewebe, wenn auch sehr vereinzelt, vorkommt. Er bildet etwas längliche, abgerundete Krystalle.

Das Eisenerz ist auch hier wie im vorigen Handstück in reicher Menge vorhanden. Durch erzarme und erzreiche Schichten tritt die Schieferung des Gesteins deutlich hervor.

III. Diorit.

Von dem Typus des Diorits, welcher in mehreren Handstücken vertreten ist, erwähne ich besonders ein Geröll von unbekannter Abstammung, welches im Rio Chota am Puente de Santa Rosa (1520 m) bei Salinas aufgelesen worden ist. Das Gestein kann seinem Fundorte nach sowohl aus der Osteordillero, als aus den Piñan-Bergen stammen. Es zeigt noch einen ziemlich frischen Zustand und besteht aus einem grobkörnigen Gemenge von triklinem Feldspath, Qnarz, Hornblende und Glimmer.

Der trikline Feldspath kommt in breiten Durchschnitten vor, von denen hin und wieder krystallographische Begrenzung, wie z. B. $0\,P$ (001), $\infty P \breve{\infty}$ (010), $,P,\bar{\infty}$ (101), $2\,,P,\bar{\infty}$ (201) zu erkennen waren. Er überwiegt an Quantität alle übrigen Gemengtheile. Die Individnen zeigen reichlich Zwillingslamellen nach dem Albit- und Periklingesetz. Erstere sind schon makroskopisch wahrnehmbar. Zonarstructur ist öfters deutlich zu erkennen. In einem der Dünnschliffe lässt sich ein Durchschnitt erkennen, der am Rande fast orientirt und im Innern im positiven Sinne auslöscht, woraus zu schliessen, dass der betreffende Feldspath reich an SiO_2 ist, also dem Albit oder Oligoklas angehört. Daneben sind aber auch basischere Feldspathe vorhanden, wie an den grösseren Auslöschungsschiefen zu erkennen ist. Häufig ist die Klarheit des Feldspathes durch ausgeschiedene Glimmerschüppchen getrübt, ein Zeichen, dass auch dieses Gestein der Verwitterung unterlegen ist.

Nur vereinzelt deuten Durchschnitte ohne Zwillingslamellirung auf die mögliche Gegenwart von Orthoklas hin.

Die Hornblende, welche als grüne schilfige vorkommt, ist, wie bereits makroskopisch zu erkennen ist, mit krystallographischen Begrenzungselementen versehen. Sie stellt sich als bis 1 cm lange und $\frac{1}{2}$ cm breite Säulen mit schöner prismatischer Spaltbarkeit dar. Häufig begegnet man Zwillingsbildung nach der vorderen Endfläche. Der Pleochroismus ist stark. Er wechselt zwischen saftiggrünen und gelblichgrünen Tönen. An Einschlüssen ist die Hornblende arm, abgesehen von einigen Erzkörnchen, die man hin und wieder in ihr findet. Umwandlungserscheinungen lassen sich an ihr nicht erkennen.

Umsomehr ist aber der Glimmer umgewandelt. Derselbe hat sich, wie man auch makroskopisch erkennen kann, oft auf den Spaltflächen der Hornblende

angesiedelt. Er bildet unregelmässig begrenzte Schuppen, deren Pleochroismus zwischen dunkelbraun und hellbraun wechselt. Seine Umwandlung erfolgt von den Blätterdurchgängen aus. Es entstehen dunkle chloritische Aggregate, auch farblose, hin und wieder auch grünliche Linsen von Epidot, die zwischen den auseinandergetriebenen Blättchen des Glimmers liegen.

Der Quarz füllt als letztes Ausscheidungsprodukt die Lücken zwischen den übrigen Gemengtheilen aus. Nicht selten findet man in ihm Flüssigkeiten mit beweglicher Libelle. Bemerkenswerth sind ferner Einschlüsse von bräunlich durchscheinenden sechsseitigen kleinen Blättchen, die man wohl für Titaneisen halten kann. Die meist zerhackte Form des Erzes deutet auf Titaneisen hin. Man findet zuweilen auch scharf begrenzte sechsseitige Durchschnitte.

Apatit ist bemerkenswertherweise nur vereinzelt, dann aber in grösseren Krystallen vorhanden. Er findet sich besonders als Einschluss im Erz und in der Hornblende.

Mitten in dem Handstück liegt eine feinkörnige Ausscheidung. Dieselbe besteht nach der mikroskopischen Untersuchung aus einem feinkörnigen Gemenge derselben Mineralien, welche die Zusammensetzung des Hauptgesteins bilden, nämlich aus Feldspath, grüner Hornblende, Quarz, Glimmer und Eisenerz. In Bezug auf ihre Einschlüsse und sonstigen Eigenschaften unterscheiden sich diese Mineralien nicht von ihren Genossen im Hauptgestein; erwähnen will ich, dass ich in dieser Schliere eine später bei den jungen Laven zu beschreibende Zwillingsbildung der Hornblende nach $\infty P \infty$ (100) in Form einer mitten durch das eine Individuum hindurchgehenden Lamelle beobachtet habe.

Als Anhang möchte ich bei den Dioriten ein Handstück besprechen, welches makroskopisch durchaus das Aussehen eines Diorites zeigt. Bei der mikroskopischen Betrachtung dagegen geräth man infolge der weniger deutlichen, häufig sogar gänzlich fehlenden Zwillingsstreifung des Feldspathes sehr in Zweifel, ob man das Gestein nicht besser zu den Hornblende-Graniten stellen soll. Dieses Gestein wurde an der Chota-Brücke, am Wege von Tulcan nach Ibarra aufgefunden.

Es zeigt eine gleichmässig kleinkörnige Structur und lässt makroskopisch nur Feldspath, Quarz und Hornblende erkennen.

Dieses äusserlich ganz frisch aussehende Gestein zeigt unter dem Mikroskop reichlich Verwitterungserscheinungen. Nur der Quarz hat noch ein frisches Aussehen.

Der Hauptbestandtheil ist der Feldspath. Er bildet breit leistenförmige und tafelförmige Durchschnitte. In seltenen Fällen sieht man Zwillingslamellen. Meistens ist er verwittert. Dadurch erhalten die Feldspathe ein trübes und milchiges Aussehen und es kann dann bei ihnen durch optische Untersuchungen ihr Charakter, ob Orthoklas

oder Plagioklas, nicht mehr festgestellt werden. Das Gestein braust aber beim Betupfen mit H Cl deutlich auf. Es muss hiernach auch Plagioklas, aus dessen Zersetzung sich zum Theil kohlensaurer Kalk gebildet hat, im Gestein in nicht unbeträchtlicher Menge angenommen werden und dasselbe dürfte danach als ein Quarzhornhlende-Diorit zu charakterisiren sein. Nur in den Verwachsungen mit Quarz nach Art der Granophyrstructur, die vielfach in dem Gestein vorhanden sind, ist der Feldspath noch frisch erhalten.

Der in diesem Gestein vorkommende Amphibol muss der gemeinen grünen Hornblende zugerechnet werden. Dieselbe bildet im Dünnschliff breite unregelmässig begrenzte Fetzen mit den charakteristischen Spaltrissen nach ∞ P (110). Nur an einzelnen Querschnitten konnte krystallographische Begrenzung in der Prismenzone durch ∞ P (110) und ∞ P $\breve{\infty}$ (010) wahrgenommen werden. Zwillingsbildung nach ∞ P ∞ (100) ist nicht selten. Der Pleochroismus bewegt sich in gelblichgrünen und dunkelgrünen Tönen.

Die Hornblende ist nur zum kleinsten Theil noch frisch. Ihre Umwandlung ist in den verschiedenen Stadien zu beobachten. Es erfolgt zuerst eine Bleichung der Farbe und dann eine allmälige Umwandlung in Chlorit. Dabei verliert sich der Pleochroismus und die Polarisationstöne sinken bis zu einem Bläulichweiss herab. Hierbei sind auch radialstrahlige sphaerolitische Gebilde entstanden.

Der einzig frische Bestandtheil des Gesteins ist der Quarz. Er ist in reicher Menge vorhanden und bildet die Ausfüllung der Lücken zwischen den übrigen Gemengtheilen. Flüssigkeitseinschlüsse fehlen nicht. Sie verleihen dem Quarz mitunter ein trübes Aussehen. — Mitten durch den Dünnschliff geht eine Ader, die mit grossen unregelmässig begrenzten Quarzen ausgefüllt ist.

Apatit zeigt sich nicht allzu häufig. Aber die wenigen, in der Richtung der c-Axe gestreckten und quergegliederten Nadeln sind unverkennbar.

Auch der Ilmenit ist im Gestein in unregelmässigen Fetzen vorhanden. Er nimmt nicht weniger wie der Feldspath und die Hornblende an der Zersetzung Theil und wandelt sich in kleine Körnchen von Titanit um. Vielfach sind in den einzelnen Partien innen oder am Rande schmale Leisten von dunklem Erz erhalten geblieben. Auch ganz selbständig findet sich Titanit in grösserer Menge im Gestein verbreitet. Ich möchte aber glauben, dass auch diese Titanite aus der Zersetzung des Titaneisens hervorgegangen sind.

IV. Diabas.

Der Typus der Diabase liegt in Handstücken vor, welche am Aufstieg vom Rio Cariyaco nach El Balcon in ca. 3000 m Höhe am Piñan von anstehendem

Gestein geschlagen wurden. Es ist ein schmutzig grünes, äusserst dichtes Gestein, welches makroskopisch keine Einsprenglinge erkennen lässt. Auf den Kluftflächen hat sich Epidot in hellgrünen Massen ausgeschieden. Von diesem Diabas liegt auch ein Handstück vor, welches einen prachtvollen grünen Harnisch zeigt.

Unter dem Mikroskop erweist sich das Gestein als ein typischer Diabas, der in seiner Hauptmasse aus Plagioklas und Augit besteht. Die Structur ist die divergent-strahligkörnige, d. h. der Feldspath besitzt im Dünnschliff ausgesprochene Leistenform und der Augit verbindet dieselben als Zwischenklemmungsmasse.

Der trikline Kalk-Natronfeldspath ist meist stark verwittert und hierdurch getrübt.

Der Augit, welcher dem Feldspath an Menge gleichsteht, ist als Zwischenklemmungsmasse ohne krystallographische Begrenzung. Recht häufig ist die Zwillingsbildung nach der vorderen Endfläche. An Interpositionen ist er arm. Nur hin und wieder sieht man einige Erzkörnchen eingeschlossen. Vielfach ist der Augit verwittert und es sind hierbei zuweilen runde sphaerolitisch gebaute chloritische Massen entstanden.

Erz ist selten und liegt nur in einigen unregelmässigen Körnern vor.

V. Diabasporphyrit.

Die letzten hier zu beschreibenden Gesteine sind Diabasporphyrite, welche als Gerölle im Rio Cariyaco bei Hospital gefunden wurden; sie stammen von den Piñan-Bergen, deren Inneres durch den genannten Fluss erschlossen wird. Das grünliche, schlackige Gestein weist viele Kalkmandeln auf und erinnert durch seine Armuth an Einsprenglingen an die Spilite. Die Gestalt der Mandeln ist meist eine rundliche. An einzelnen Stellen des Handstückes nehmen sie eine in die Länge gezogene Form an.

Unter dem Mikroskop erkennt man in einer ursprünglich wohl glasigen, jetzt aber stark verwitterten Grundmasse viele hellgrüne Augitnadeln. Die Grundmasse tritt den Augiten gegenüber stark zurück, welche in ihr einen dichten grünen Filz bilden.

Die Mandeln sind mit Chlorit, Calcit, Zeolithen und Quarz angefüllt. Die Zeolithe füllen die Mandelräume entweder ganz aus, oder sie liegen an der Peripherie. Zuweilen bilden sie auch kleine Nester, die zwischen gekreuzten Nicols bläulich erscheinen und sphaerolitisch aufgebaut sind. Für die secundäre Natur des Quarzes der Mandeln spricht der Umstand, dass in einen solchen Hohlraum von der Peripherie aus Zeolithe hineinragen und die Mitte mit Quarz ausgefüllt ist.

B. Junge Gesteine.

Allgemeine Uebersicht.

Die von dem nördlichsten Theile der ecuatorianischen Westcordillere, also von dem Hochlande von Tulcan — Rio Chota, ferner von den Bergen Piñan, Cotacachi und Escaleras stammenden jungvulkanischen Gesteine gehören, soweit sich dies nach den vorliegenden Handstücken beurtheilen lässt, ausschliesslich dem Typus der Andesite beziehungsweise Dacite an. Für die Classification dieser Gesteine ist bei der nachstehenden Untersuchung nur die mineralogische Natur der Einsprenglinge in Betracht gezogen worden. Die Structur und die Grundmasse erschienen hierzu nicht verwendbar. Die für die Gesteine charakteristischen, in Einsprenglingsform vorkommenden Mineralien sind, abgesehen vom Feldspath und Quarz, Pyroxen, Amphibol und Biotit. Der letztere spielt eine mehr untergeordnete Rolle und ist fast immer mit dem Amphibol vergesellschaftet. Es sind deshalb auch hier die beiden Hauptgruppen der quarzfreien und quarzhaltigen Andesite, je nach dem Vorkommen der farbigen Silicate als Einsprenglinge, in solche mit Pyroxen und solche mit Amphibol eingetheilt. Ein verbindendes Glied zwischen diesen beiden Endgliedern bilden dann diejenigen Gesteine, welche Amphibol und Pyroxen als Einsprenglinge in ungefähr gleicher Menge enthalten. Auf diese Weise entstehen zwei Hauptabtheilungen mit je drei Gruppen, nämlich:

I. Quarzfreie Andesite oder eigentliche Andesite.
   1. Pyroxen-Andesite.
   2. Amphibol-Pyroxen-Andesite.
   3. Amphibol-Andesite.

II. Quarzhaltige Andesite oder Dacite.
   1. Pyroxen-Dacite.
   2. Amphibol-Pyroxen-Dacite.
   3. Amphibol-Dacite.

Es ist dies dieselbe Gliederung, welche neuerdings Dr. Küch[1]) bei der Eintheilung der von ihm untersuchten colombianischen Andesgesteine in Anwendung gebracht hat. Zu bemerken ist nur, dass mit dem Amphibol in der Regel ein biotitähnlicher Glimmer vergesellschaftet ist, sodass die dritte Gruppe der beiden Hauptabtheilungen besser den Namen:

[1]) R. Küch: l. c. (Colombiagesteine) pag. 18.

Amphibol-Biotit-Andesit und
Amphibol-Biotit-Dacit erhält.

Es ist ja allerdings richtig, dass dieses System ein künstliches ist und vom geologischen Standpunkte aus Schwierigkeiten darbietet. Es muss indess gesagt werden, dass diese specielle Eintheilung bei der grossen Fülle des Materials nöthig erschien, um überhaupt eine Uebersicht zu erhalten. Dazu kommt, dass diese Eintheilung, wenn auch nicht durchgehend, durch den äusseren Habitus der Gesteine gleichfalls begründet ist. Selbstverständlich finden überall Uebergänge statt, und man geräth vielfach in Schwierigkeiten, wohin das eine oder das andere Handstück zu stellen ist.

Zu den Daciten habe ich alle diejenigen Gesteine gestellt, welche Quarzeinsprenglinge, wenn auch nur in geringer Menge, enthalten. Die mikroskopische Betrachtung der Dacit-Dünnschliffe giebt zuweilen ein unsicheres Resultat, da die spröden Quarzkörner beim Schleifen gern herausfallen.

Gleich an dieser Stelle möchte ich die als Splitter und kleine Bruchstücke weit verbreiteten, unter dem Quichua-Namen „Ayacushqui“ bekannten Obsidiane erwähnen, die nach den Angaben der Herren Dr. Reiss und Dr. Stübel von den Perlitlaven des Guamaní in der Ost-Cordillere stammen. Vom Rande der Cuicocha am Cotacachi (3111 m) und von der Ebene von Salinas (1626 m) liegen solche Obsidiane vor. Sie stellen ein in dickeren Stücken schwärzlich aussehendes Glas mit muschligem Bruch dar. In dünneren Splittern und an den Kanten ist es vollständig durchsichtig. Einzelne Stücke sind mit feinen, in ihrer Menge wie Wolken erscheinenden Interpositionen angefüllt, die das Glas zuweilen ganz schwarz färben. An anderen Splittern sieht man dunkle Streifen das Glas durchziehen. Wie die mikroskopische Untersuchung ergiebt, bestehen diese Streifen aus einem Gemenge von kleinen Erzkörnchen und Augitsäulchen. Die letzteren, die vielfach Erzeinschlüsse enthalten, stellen sich meist als kleine Säulchen mit pyramidaler Zuspitzung dar. Hin und wieder schwellen die Enden der Kryställchen etwas an, und es erinnern diese kleinen Augite an die bekannten knochenförmig gestalteten Gebilde vieler Obsidiane. Feldspathe sind sehr selten vorhanden. Einmal wurde eine sphaerolithische Ausscheidung beobachtet.

Ich lasse nun eine nähere Charakteristik der einzelnen Gesteinsgruppen folgen, wobei ich die Reihenfolge innehalten werde, welche die oben erwähnte Eintheilung angiebt.

I. Andesit.

Die Andesite sind, was ihre Verbreitung anbetrifft, diejenigen Gesteine, welche am meisten an dem petrographischen Aufbau der hier in Betracht kommenden Gebirge

theilnehmen. Sie bilden grosse zusammenhängende Massen, die sich durch das ganze hier in Rede stehende Gebiet hindurchziehen. Nach Handstücken gerechnet, übertreffen sie die Zahl der Dacite um das Fünffache. Von den drei Gruppen der Pyroxen-Andesite, Amphibol-Pyroxen-Andesite und Amphibol-Andesite ist die erste die grösste und die mittelste die kleinste; zwischen beiden die Mitte haltend, steht die Gruppe der Amphibol-Andesite. Die ungefähren Zahlenverhältnisse dieser drei Gruppen sind, in Procenten ausgedrückt, folgende:

Pyroxen-Andesite:	69,5 %
Amphibol-Pyroxen-Andesite:	10,5 %
Amphibol-Andesite:	20,0 %

a. Pyroxen-Andesit.

Der Pyroxen-Andesit ist das bei weitem verbreitetste Gestein in dem nördlichen Theile der ecuatorianischen Westcordillere. Alle die hier in Betracht kommenden Berge, nämlich das Hochland von Tulcan-Rio Chota, der Piñan, der Cotacachi und die Escaleras-Berge, werden mit alleiniger Ausnahme des Piñan hauptsächlich von dieser Lava aufgebaut oder überdeckt. Es sind im Grossen und Ganzen schwärzlichgraue, der Farbe nach basaltähnlich aussehende Gesteine. Durch grösseres Vorherrschen des Feldspathes und Zurücktreten des Erzes werden sie heller und erreichen als äusserste Grenze ein weissliches Grau.

Der typische Pyroxen-Andesit zeigt in einer sehr verschiedenartig gestalteten Grundmasse viele Einsprenglinge von Plagioklas, Augit, Hypersthen und Eisenerz. Dazu tritt als accessorischer Gemengtheil nicht selten der Olivin. Letzterer kommt nur als Einsprengling, nie als Grundmassengemengtheil vor.

Der hervortretendste Gemengtheil ist der Plagioklas. Meistens bildet er kleine rundliche Individuen, die nur in seltenen Fällen bis zu 5 mm gross werden. Die glasklaren Krystalle vom Habitus des Mikrotins finden sich besonders in den dunklen Gesteinen. In der Regel ist der Plagioklas weisslich und durch Einschlüsse getrübt.

Der Pyroxen tritt bei der makroskopischen Betrachtung des Gesteins meist zurück, da seine dunkle Farbe ihn wenig aus dem gleichfalls dunklen Untergrunde hervortreten lässt. Seine Grössenverhältnisse sind folgende: die grössten Krystalle wurden in einem grauen Pyroxen-Andesit vom Rio Cariyaco bei der Hacienda del Hospital (Piñan) bis zu 10 mm gemessen. In der Regel bildet er aber kleinere grünlichschwarze Körner, die schwer von den mitunter accessorisch hinzutretenden Hornblenden zu unterscheiden sind.

Massgebend für die Farbe und Structur des Gesteins ist in erster Linie die Grundmasse. An Menge überwiegt sie die Einsprenglinge bei weitem. Je nach dem Vorhandensein oder Fehlen des Erzes und der Färbung des Glases ruft sie dunklere oder hellere Farben des Gesteins hervor. Mindestens bei der Hälfte der Gesteine bildet sie einen schwarzen Teig, in welchem die weissen Feldspathe eingebettet liegen. Seltener ist sie grünlich oder dunkelgrau.

Viel auffallendere Farben entstehen, wenn die Gesteine verwittern, bei welchem Vorgange in erster Linie die Grundmasse angegriffen wird. Die von der Aussenseite der Blöcke abgeschlagenen Handstücke zeigen in der Regel eine schöne Verwitterungsrinde. Meistens bewirkt die Verwitterung ein Ausbleichen des Gesteins, wie ein schwarzes Handstück von der Höhe des Weges am Páramo de Boliche (an dem durch das Hochland von Tulcan-Rio Chota führenden Wege) zeigt, das von einer weissen Rinde umgeben ist. Mit diesem Vorgange, bei welchem das Gestein zugleich eine poröse Structur annimmt, ist häufig ein Eindringen von eisenhaltigen Gewässern verbunden. Diese färben dann die Gesteine gelblich oder roth. Bei fortschreitender Verwitterung wird die Rinde immer breiter und zuletzt nimmt das ganze Gestein infolge des eingedrungenen Eisenoxyds eine gelbe oder rothe Farbe an. Die Färbung steigert sich von einem Blassrosa bis zu einem grellen Ziegelroth, wie es Handstücke vom Nord-Abhang des Cerro de los Morroches an der Cuicocha-Umwallung darbieten. Bemerkenswerth ist dabei, dass der Feldspath an dieser Färbung nicht theilnimmt. Infolge dessen entstehen häufig rothe Gesteine mit vielen weissen Flecken, welche Mannigfaltigkeit noch durch stark hervortretende schwärzliche Pyroxene vermehrt werden kann. Ein solches Gestein bildet die Lava von Tiocungo (San Francisco Loma, S.W.-Fuss der Gipfelpyramide des Cotacachi) und ein anderes aus dem Grunde des Hondon de Chumaví. Im Allgemeinen sind derartige Verwitterungserscheinungen bei den Pyroxen-Andesiten selten. Die rothgefärbten Stücke sind sehr vereinzelt.

Der Glanz der Gesteine ist durchgängig nicht hoch. Die meisten zeigen ein mattes Aussehen, zumal die porösen Handstücke. Nur die dichten Varietäten werden etwas glänzender und erreichen in einem dichten schwarzen Gestein am Wege von Tuza nach dem Rio Chota einen schönen Pechglanz, welcher von einem reichlich vorhandenen Glase herrührt. Diese glänzenden, dichten, glasigen Gesteine zeigen glatte Bruchflächen, die in einigen Fällen muschlige Formen annehmen. Bei den meisten Handstücken jedoch sind die Bruchflächen uneben.

Die Structur der Pyroxen-Andesite ist eine typisch porphyrische. Dieselbe ist an den dichten Varietäten am ausgeprägtesten, da aus der dichten schwarzen Grundmasse die hellen Einsprenglinge sehr scharf hervortreten. Aber die dichten Abarten sind meistens

einsprenglingsarm, und die sehr glasreiche Grundmasse bildet dann den Hauptbestandtheil der Gesteine. Bei der oben genannten Lava, dem dichtesten Gestein, welches sich unter den von mir untersuchten befindet, fehlen die Einsprenglinge fast gänzlich. Natürlich tritt hierdurch auch der porphyrische Charakter des Gesteins zurück.

Ein schroffer Gegensatz zwischen Grundmasse und Einsprenglingen ist nicht allzu häufig. Fast immer vermitteln Zwischengrössen den Uebergang von den Gemengtheilen der Grundmasse zu den Einsprenglingen. Die Gesteine erscheinen dann sehr einsprenglingsreich. Wenn dann noch diese Einsprenglinge sehr klein werden, so nehmen die Laven einen mehr körnigen Habitus an, wenigstens tritt die porphyrische Structur sehr zurück.

Was die Raumerfüllung anbetrifft, so finden wir unter den dunklen Varietäten, wie erwähnt, äusserst dichte Gesteine. Von diesen aus vermitteln poröse und schlackige Abarten den Uebergang zu den bimssteinartigen Bildungen. Ein typischer Pyroxen-Andesit-Bimsstein war jedoch nicht vorhanden.

Alle bisher erwähnten Gesteine sind in ihrer Masse, soweit diese in den Handstücken vorliegt, einheitlich ausgebildet. Im Gegensatz dazu stehen einige Handstücke, die stellenweise einen von der Hauptmasse des Stückes abweichenden Habitus zeigen. Sie gewinnen auf diese Weise ein geflecktes und gebändertes Aussehen. Wie bekannt, unterscheiden K. v. Fritsch und W. Reiss[1]) bei den auf diese Art ausgezeichneten Laven:

1) Pipernolaven (mit eutaxitischer Structur).

2) Agglomeratlaven, die durch Aufnahme fremder Gesteinsstücke entstanden sind. Beide Arten sind unter den vorliegenden Gesteinen vertreten. Von der ersten Art sind als Pyroxen-Andesite zu erwähnen:

1) Block vom Derumbo de Berebuela, N.N.O.-Seite des Cotacachi (2724 m), aus den Erdstürzen des Jahres 1868.

2) Weg vom Ort Cotacachi nach der Hacienda del Hospital.

Es sind dies porphyrisch ausgebildete, mit grossen Einsprenglingen versehene Gesteine, deren hellrothe Grundmasse von bläulich-grauen Flecken durchsetzt ist.

Agglomeratlaven, bei denen die meisten der umhüllten Gesteine zu den Pyroxen-Andesiten zu zählen sind, stammen aus einem Vorkommen vom Hochlande von Tulcan-Rio Chota (zwischen La Posta und El Tun, rechter Abhang des Rio Chota) und zwei Vorkommen des Cotacachi oberhalb Tiocungo (ca. 4500 m). Das eine Handstück von Tiocungo ist ein ziegelrothes schlackiges Gestein mit schwarzen Einschlüssen. Das zweite

[1]) K. v. Fritsch und W. Reiss: Geologische Beschreibung der Insel Tenerife. Winterthur 1868. p. 414—422.

derartige Gestein vom Cotacachi ist grauroth und zeigt schöne Feldspathe, die durch das Hauptgestein und die schwarzen Flecke gleichmässig vertheilt sind. Das dritte Gestein, welches von dem Hochlande von Tulcan-Rio Chota stammt, ist ein tuffähnlichss Agglomerat, ein sogenannter „Schlackentuff" mit typischen breccienartigen Einschlüssen.

Endlich bleibt noch übrig, an dieser Stelle einige secundär gebildete Mineralien zu erwähnen. Abgesehen von einem mit kleinen Kalkmandeln versehenen Gestein von der natürlichen Brücke von Rumichaca im Gebirge von Tuza, befindet sich unter den Laven der Escaleras-Berge ein dichtes schwarzes schlackiges Gestein mit vielen Blasenräumen, deren Wände mit einer grünlichgelben serpentinartigen Substanz ausgekleidet sind. Dieses Handstück stammt aus der Quebrada nahe Moraspamba (ca. 2300 m), am Weg von Perucho nach Escaleras. Unter dem Mikroskop zeigt sich die serpentinartige Substanz vielfach sphaerolithisch aufgebaut.

Im Gegensatz zu dieser Abscheidung von secundären Mineralien in Hohlräumen steht ein Agglomerat vom Cotacachi (N.W.-Seite der Schutthalde oberhalb Tiocungo, ca. 4500 m), welches auf der Oberfläche ganz mit Hyalitkugeln bedeckt ist. Dieselben sind auf der einen Seite des Handstückes durchsichtig wie Glas und auf der andern undurchsichtig weiss, so dass das Gestein wie mit Reif bedeckt erscheint. Die Hyalitkugeln zeigen, mit Balsam umhüllt, im parallelen polarisirten Lichte ein verschwommenes Interferenzkreuz. Die Doppelbrechung ist, wie die Betrachtung mit dem Gypsblättchen vom Roth I. Ordnung ergiebt, negativ.

b. Amphibol-Pyroxen-Andesit.

Die Amphibol-Pyroxen-Andesite sind von den andesitischen Gesteinen in der geringsten Anzahl vertreten. Als solche Gesteine werden diejenigen Andesite bezeichnet, welche Pyroxen und Amphibol in ungefähr gleicher Menge enthalten. Sie stehen vermittelnd zwischen den Pyroxen-Andesiten und den Amphibol-Andesiten, durch das Zurücktreten des einen oder des andern Gemengtheiles bald zu den ersteren, bald zu den letzteren hinüberneigend.

Wenn ich von den wenigen Handstücken auf den Charakter dieser Gesteine schliessen darf, so fällt in erster Linie auf, dass die dunklen Farben hier mehr zurücktreten. Sie beschränken sich nur auf einige wenige Handstücke. Am meisten sind hellgraue und röthliche Gesteine vertreten. Auch zwei Handstücke mit ausgezeichneter Piperno-Structur sind vorhanden. Es sind dies graublaue Gesteine mit schönen rothen Bändern. Die Feldspath-Einsprenglinge werden hier grösser als bei den Pyroxen-Andesiten und treten klarer hervor. Die Pyroxene tragen denselben Habitus wie bei

der vorigen Gruppe. Wohl aber fällt bei den hier zu besprechenden Gesteinen unter den Einsprenglingen die Hornblende besonders auf. Die kleinen Säulchen mit ihren spiegelnden Spaltflächen treten selbst in den dunkleren Gesteinen deutlich hervor. Durch ihren lebhaften Glanz machen sie sich vor den andern Bestandtheilen derartig bemerkbar, dass man solche Gesteine ohne die mikroskopische Untersuchung für Amphibol-Andesite halten möchte.

Der Pyroxen tritt hier mehr zurück als bei den Pyroxen-Andesiten, wenn er auch an einigen Handstücken in schönen deutlichen Krystallen makroskopisch zu erkennen ist.

Die Grundmasse zeigt in der Mehrzahl der Fälle ein mattes Aussehen. Sie ist grau, schwärzlich und grünlich. Nur in einem Falle (Chauchagran, loses Stück aus dem Rio Cubi) erreicht sie einen schönen Pechglanz.

Die Gesteine sind meistens dicht ausgebildet. Eine bimssteinartige Abart ist auch in dieser Gruppe nicht zu finden gewesen.

c. Amphibol-Andesit.

Die dritte Gruppe der Andesite bilden die pyroxenfreien Amphibol-Andesite. Ihre Anzahl beträgt ungefähr den dritten Theil der Pyroxen-Andesite. Sie sind also ein in dem untersuchten Gebiet sehr häufig vorkommendes Gestein. Die dunklen Farben treten hier fast gänzlich zurück. Es sind mehr hellgraue bis weissliche Gesteine von trachytischem Aussehen. Durch eisenhaltige Gewässer sind einige von ihnen roth gefärbt. Eine Lava von Cachimbiro (Piñan ca. 2700 m) zeigt eine 4 cm breite rothe Verwitterungsrinde, während das eigentliche Gestein hellgrau ist. Der Amphibol-Andesit bildet eine grössere Mannigfaltigkeit als der Pyroxen-Andesit bezüglich der Gemengtheile dar. Man findet bei ihm makroskopisch Plagioklas, Hornblende, Olivin und Glimmer. Das Erz tritt, wie auch schon die helle Farbe der Gesteine anzeigt, sehr zurück.

Der Plagioklas findet sich in grösseren Krystallen nur in einigen grauen, sehr frischen Gesteinen von mehr körnigem Habitus. Er bildet darin bis 5 mm grosse weisse Krystalle. In den dichteren Varietäten tritt der Feldspath sehr zurück. Dafür findet sich die Hornblende reichlich als Einsprengling ein. Dieselbe bildet gerade in den dichtesten Gesteinen die schönsten Krystalle, die sich von der hellgrauen bis grünlichen Grundmasse mit ihren spiegelnden Flächen sehr scharf abheben. Die Krystalle werden aber auch so klein, dass sie nur schwärzliche Punkte auf hellem Untergrunde bilden. Neben dem Amphibol tritt in vielen Gesteinen der Glimmer auf, so dass diese Gesteine genauer als Amphibol-Biotit-Andesite bezeichnet werden müssen.

Der Glimmer bildet meist grössere, makroskopisch sofort in's Auge fallende Tafeln von rothbrauner oder schwärzlicher Farbe, die mitunter aber auch so hell werden, dass sie etwa die Farbe des Kupferkieses annehmen. Die Ausbildung dieser Farbe ist wohl als eine Verwitterungserscheinung aufzufassen. In einer etwa 20 Fuss mächtigen Lava des Cotacachi (O.-Umwallung des Hondon de Chumaví, nahe dem Eingang) treten ziemlich grosse grüne Olivine auf.

Der Amphibol-Andesit steht in sehr naher Beziehung zu dem Amphibol-Biotit-Dacit, zu welchem eine gelegentliche Quarzführung hinüberleitet. Man kann öfters schwanken, zu welcher von beiden Gruppen, Amphibol-Andesit oder Amphibol-Biotit-Dacit, man diese Gesteine stellen soll.

Der Quarz bildet kleine rundliche Körner von muschligem Bruch und schönem Fettglanz.

Ein höherer Glanz fehlt diesen Gesteinen vollständig. Alle erscheinen matt und trübe. Sonst bietet diese Gesteinsgruppe vielfache Uebergänge der verschiedensten Structurarten dar. Am meisten ist die porphyrische Structur vertreten. Wir haben dann eine gleichmässige grüne oder graue Grundmasse mit schönen Feldspath-, Hornblende- und Glimmer-Einsprenglingen. Durch Zurücktreten der Grundmasse nehmen die Gesteine oft einen mehr körnigen Habitus an. Die echt porphyrischen Gesteine sind auch die dichtesten und daher schwersten. Von ihnen aus finden sich Uebergänge bis zu den echten Bimssteinen, die sich allein in dieser Gruppe in grösserer Anzahl vorfinden.

Der Bimsstein ist weisslich und zeigt sehr schön die kleinen Hornblende-Säulchen. Es sind sehr leichte poröse Gesteine. Meistens sind die Poren sehr fein, so dass das Handstück einen fast compacten Eindruck macht. Nur in einem weissen Bimsstein-Geröll aus der Quebrada zwischen Tumbabiro und Rio Cachiyaco bei Injenio, N.O.-Seite des Piñan, werden die Poren bis 10 mm gross.

II. Dacit.

Die Dacite machen in ihrer Zahl ungefähr den fünften Theil der Andesite aus. Es sind in der Hauptsache helle, ziemlich dichte Gesteine. Ihr Verbreitungsgebiet ist hauptsächlich die Umgegend des Yana-Urcu, der den Gipfel des Piñan bildet. Von dem Wege von Tulcan bis Ibarra und vom Cotacachi liegt je ein, von den Escaleras-Bergen liegen mehrere Handstücke vor. Wie die Andesite, so lassen sich auch die Dacite in drei Gruppen theilen, welche durch das gleichzeitige Auftreten oder das Vorherrschen von Pyroxen und Amphibol charakterisirt werden (siehe S. 16). Was die relative Häufigkeit der einzelnen Gruppen anbetrifft, so fehlen die Pyroxen-Dacite in diesem Vulcan-Gebiet

vollständig. Auch die Amphibol-Pyroxen-Dacite sind sehr selten. Es liegen davon nur wenige Handstücke von den Escaleras-Bergen vor. Der Hanpttheil der hier zu beschreibenden Dacite fällt also in die Gruppe der Amphibol-Dacite, die, wenn irgendwo, so hier den Namen der Amphibol-Biotit-Dacite mit Recht verdienen. Denn nur in verschwindend wenigen Fällen ist in diesen Handstücken kein Glimmer zu entdecken gewesen.

a. Amphibol-Pyroxen-Dacit.

In ihrem makroskopischen Aussehen nähern sich die Amphibol-Pyroxen-Dacite sehr den Pyroxen-Andesiten. Es sind dunkelgraue Gesteine mit einem ziemlichen Reichthum an Einspreuglingen. Der Feldspath bildet 0,5—5 mm grosse weisse Krystalle. Er sowohl wie die schwarzen, meist zersetzten Hornblenden fallen am meisten in's Auge. Der Quarz ist verhältnissmässig spärlich zu beobachten. Er bildet rundliche Körner oder Dihexaëder. Glimmer ist nur selten und zwar in wenigen sehr kleinen Blättchen vorhanden, also kaum zu rechnen. Dieser Umstand scheidet die Gruppe der Amphibol-Pyroxen-Dacite scharf von den Ampbibol-Biotit-Daciten. Als accessorischer Gemengtheil ist noch der Olivin zu erwähnen, der in den Handstücken aus der Lava vom untersten Derumbo des Jahres 1868, rechte Seite des Perugache-Thales (2650 m), in reicher Menge vorhanden ist. Apatit fehlt anscheinend gänzlich. Die Grundmasse ist dunkelgrau und sehr dicht. Infolgedessen lassen diese Gesteine auch ihre porphyrische Structur deutlich in Erscheinung treten. Von den wenigen Handstücken, welche zu den Amphibol-Pyroxen-Daciten gehören, bildet das soeben genannte Gestein aus dem untersten Derumbo von der rechten Seite des Perugache-Thales (2650 m) ein sehr schönes Beispiel für die Piperno-Structur dar. Es ist dunkelgrau und wird von vielen schmalen rothen Streifen durchzogen. Dieses Handstück ist es auch, welches die Glimmerblättchen und den Olivin enthält.

b. Amphibol-Biotit-Dacit.

Der Amphibol-Biotit-Dacit entspricht dem Amphibol-Biotit-Andesit der quarzfreien Gruppe. Auch bei ihm sind Uebergänge häufig, und zwar neigt er durch Zurücktreten des Quarzes zu den Amphibol-Biotit-Andesiten hin. Im Gegensatz zu den Amphibol-Pyroxen-Daciten herrschen hier die helleren Farben vor, mit Ausnahme von einigen in's Dunkelgraue übergehenden Handstücken. Es rührt dies daher, dass die Grundmasse meistentheils aus einem hellen Glase mit Feldspathmikrolithen besteht. Infolge secundärer Färbung durch Eisenhydroxyd ist sie vielfach röthlich oder gelblich gefärbt. Grelle ziegelrothe Farben, wie sie unter den Pyroxen-Andesiten zu finden

waren, fehlen hier. Die echt porphyrische Structur dieser Gesteine fällt sofort in's Auge, da die Grundmasse sehr compact ist. Solch ein dichtes Gestein ist das Gipfelgestein des Yana-Urcu, und dieses macht gerade den Hauptbestandtheil der Dacite aus.

Starker Glanz fehlt dieser Gesteinsgruppe vollständig. Es sind alles matte rauhe Gesteine. Als Einsprenglinge, die an Menge weit hinter der Grundmasse zurückstehen, sind besonders Feldspath, Quarz und Glimmer zu nennen. Der Feldspath übertrifft an Menge alle andern Gemengtheile. Seine Grösse steigt von kleinen, makroskopisch kaum sichtbaren Körnchen bis zu 10 mm grossen Krystallen von weisser Farbe. Der Quarz, der das charakteristische Kennzeichen für die Dacite ist, kommt makroskopisch immer nur vereinzelt in abgerundeten, 2—5 mm grossen Körnern vor. Manchmal ist er am Handstück gar nicht zu erkennen, während er im Schliff sofort in's Auge fällt, oder es findet das umgekehrte Verhältniss statt. Dihexaëdrische Formen sind ziemlich selten.

Sehr schön tritt aber in diesen Gesteinen der Glimmer hervor. Er bildet kleine Tafeln mit hexagonaler Begrenzung. Nur in einem Gestein (Chota-Brücke, Hochland von Tulcan-Rio Chota) zeigt er schönen Glanz auf den Spaltflächen. In fast allen andern Fällen ist er durch Verwitterung mehr oder weniger matt und trübe geworden. Bemerkenswertherweise fehlt auch in den Daciten der Apatit fast vollständig. Eine Ausnahme davon macht jedoch ein Gestein von dem Wege von Tulcan nach Ibarra; es ist dies überhaupt das einzige Gestein, in welchem der Apatit in grösserer Menge vorkommt.

Die einzelnen Bestandtheile der Andesite und Dacite.

Feldspath.

Der als Einsprengling in den untersuchten Andesiten bezw. Daciten vorkommende Feldspath gehört zur Gruppe der Kalk-Natron-Feldspathe. Aus den Auslöschungsschiefen ist zu ersehen, dass verschiedene Glieder der Albit-Anorthit-Reihe vertreten sind. In den meisten Fällen überwiegen die Krystalle mit grosser Auslöschungsschiefe. Eine Vertheilung der verschiedenen Mischungsglieder auf die Pyroxen- und Amphibol-Andesite, bei der, nach Rosenbusch[1]), die Reihe der Glieder vom Albit bis zum Labrador vorwiegend an die Glimmer- und Amphibol-Andesite, dagegen Labrador, Bytownit und Anorthit an die Pyroxen-Andesite gebunden sind, war bei den vorliegenden Gesteinen nicht sicher zu constatiren. Makroskopisch bildet

[1]) H. Rosenbusch: Mikroskopische Physiographie. II. Aufl. 1887. Bd. II p. 653.

der Feldspath bis 8 mm grosse weisse Krystalle, die manchmal klar, meistens aber gelblich trübe erscheinen.

Die vielfach schwierig zu deutende äussere Form wird durch 0 P (001), $\infty P \breve{\infty}$ (010), $\infty{}_{,}' P$ ($1\bar{1}0$), $\infty P'_{,}$ (110), $_{,}P_{,}\infty$ ($\bar{1}01$) und mehr untergeordnete Formen, wie $2\,{}_{,}P_{,}\bar{\infty}$ (201) u. a. hervorgerufen. Man vermag bezüglich der Erscheinungsart bei den grossen Einsprenglingen zwei verschiedene Typen zu unterscheiden, einen tafelförmigen und einen leistenförmigen, und zwar tritt der Feldspath besonders gern in der Leistenform auf, wenn in der Grundmasse das Glas gegenüer den Mikrolithen zurücktritt. Bei glasreichen Grundmassen dagegen nehmen die Feldspathdurchschnitte mehr eine breite tafelförmige Gestaltung an. Selbstverständlich sind zwischen diesen beiden Typen sehr viel Uebergänge möglich und auch hier vorhanden. Sind aber die Feldspathe nur klein, so herrscht in der Regel die Leistenform. Recht häufig verbinden sich mehrere Feldspathe mit einander. Zuweilen liegen Knäuel vor, welche aus drei und mehreren Krystallen bestehen. Die Verwachsungen scheinen hierbei unregelmässiger Art zu sein.

Bemerkenswerth sind die in einem Pyroxen-Andesit aus der Quebrada de Taliambú zwischen Tulcan und el Boliche vorhandenen Feldspathskelette. Dieselben haben Doppelstiefelknechtform, ähnlich den bekannten Olivinskeletten. Sie bilden 0,15 mm grosse Individuen. Die beiden an den schmalen Seiten befindlichen Einbuchtungen sind treppenförmig ausgezackt. Wie die beigegebene Abbildung (Fig. 1a, 1b) zeigt, tritt in den Skeletten eine deutliche Zonenstructur in Erscheinung. Bei einem Individuum zeigt die Feldspathsubstanz, welche die beiden Ausbuchtungen bildet, eine andere Auslöschung wie der übrige Theil des Skelettes, ein Umstand, der auf eine besondere Art von Schichtenbildung hinweist. Aehnliche Feldspathskelette wurden in einem Hornblende-Dacit (Derumbo de Peribuela) als Mikrolithen der Grundmasse gefunden.

Zwillingsbildungen sind bei den Feldspathen überaus häufig. Vielfach sind sie schon makroskopisch zu bemerken. Es liegt ihnen das Albit-, das Periklin- und das Karlsbader-Gesetz zu Grunde. Die beiden ersteren Gesetze treten häufig miteinander verbunden auf. Hin und wieder bestehen die Feldspathdurchschnitte aus zwei nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingten Theilen, von denen jeder wieder aus polysynthetischen Sammelindividuen nach dem Albit-, beziehungsweise auch Periklin-Gesetz gebildet ist. Durch verschiedene Länge und Form der Lamellen entstehen complicirte Gruppirungen. Manchmal sind die Lamellen sehr breit, in andren Fällen dagegen bilden sie nur feine schmale Linien.

In mehreren Pyroxen-Andesiten wurden nun ausser diesen Zwillingsbildungen noch einige sonderbare Durchwachsungen gefunden, denen sehr wahrscheinlich gleich-

falls eine Gesetzmässigkeit zu Grunde liegt. Es sind dabei Individuen, welche schon nach dem Albitgesetz verzwillingt sind, in regelmässiger Kreuzform durcheinandergewachsen. Die beiden verwachsenen Krystalle bilden dabei aber in ihren Durchschnitten sehr verschiedene Winkel bezüglich ihrer Längsrichtungen, ein Umstand, der wohl hauptsächlich den verschieden liegenden Schnittflächen zu verdanken ist. Es sind hierbei Winkel von

51° 60° 68° 71° 77° 86°

zu constatiren gewesen. Eine bestimmte Gesetzmässigkeit und die Grösse des normalen Winkels der Axen der beiden Individuen konnte jedoch nicht gefunden werden. Es erinnern diese Gebilde an die Verwachsungen nach dem Karlsbader Gesetz, welche Streng aus dem Dolerit von Londorf[1] und v. Lasaulx am Cyclopit vom Aetna[2] beschreiben. Eine sehr ähnliche Verwachsung hat Tschermak[3] abgebildet. Ein vorzügliches Beispiel ist in Fig. 2 dargestellt worden. Es stammt aus einem Pyroxen-Andesit von der N.W.-Seite der grossen Schuttbalde oberhalb Tiocungo, in 4600 m Höhe des Cotacachi. Die beiden Individuen schneiden sich in diesem Falle unter einem Winkel von 71° und jedes derselben ist nach dem Albitgesetz verzwillingt. Von zonarem Aufbau bemerkt man an ihnen hauptsächlich nur Kern und Rand. — Auch die Feldspathleisten der Grundmasse bilden oftmals schöne Durchkreuzungen, zumal wenn sie etwas länger werden. Dieselben sind besonders an den Stellen gut ausgebildet, an welchen die Glasmasse sich in grösserer Menge angehäuft hat.

Sehr verbreitet in den untersuchten Gesteinen ist die Zonarstructur des Feldspathes. Vollständig einheitlich aufgebaute Durchschnitte findet man sehr selten; die Grösse und Anzahl der Zonen ist indess eine sehr wechselnde. Während die Krystalle zuweilen nur wenige Zonen oder wohl gar nur Kern und Rand aufzuweisen haben, sind die Zonen in andern Fällen in so grosser Anzahl und Feinheit vertreten, dass bei einem Feldspath des Pyroxen-Andesites von Rio Cariyaco bei Hacienda del Hospital, aus dem Gebiet des Piñan, 120 derselben auf 1 mm gezählt wurden. Die Breite derselben ist von der Grösse des Krystalls vollständig unabhängig. In den meisten Fällen laufen die Zonen dem äusseren Rande parallel. Sehr oft sieht man aber auch, dass sie eine andere Form haben wie der äussere Rand des Krystalls. Dies mag wohl grösstentheils darauf beruhen, dass Kern und Rand des Feldspathes eine verschiedenartige Ausbildung erfahren haben. Solche Feldspathe liegen jedenfalls dann sicher vor, wenn die inneren Zonen

[1] Neues Jahrbuch für Mineralogie. 1888. Bd. II p. 189.
[2] Zeitschrift für Krystallographie. 1881. Bd. V p. 329.
[3] Tschermak: Mineralog.-petrogr. Mitth. 1887. Bd. VIII p. 414.

den äusseren vollständig entgegengesetzte Ausbuchtungen zeigen und der Kern abgerundet oder ausgezackt erscheint, während der Rand die vollkommene Form des Feldspathes hat. Jede Zone bedeutet eine Periode im Wachsthum des Krystalls. Bei einem Stillstehen des Wachsthums hat das feurigflüssige Magma den Kern wieder aufzulösen begonnen. Wurde der Krystall nun wieder an eine Stelle des Magmas gebracht, an welcher sich die Feldspathsubstanz in reichlicherem Maasse vorfand, so begann das Wachsthum von nenem, wobei der Krystall immer das Bestreben zeigte, die ursprüngliche Feldspathform wieder auszubilden. Von eigenthümlichem Aussehen sind hierher gehörige Erscheinungen, wie sie in Fig. 3 dargestellt sind. Die vorliegenden Verwachsungen gewähren im Durchschnitt das Aussehen, welches an die schriftgranitische Verwachsung von Quarz und Feldspath erinnert. Es liegt aber hier nur zweierlei Feldspathsubstanz vor, von denen sich die eine in die Unebenheiten der andern als Ausfüllung hineingelegt hat; ein tangentialer Schnitt durchschneidet beide Feldspatharten.

Die von den Feldspathen eingeschlossenen Snbstanzen sind sehr mannigfaltiger Art. Am häufigsten findet man Einschlüsse von Glas, Grundmasse, Pyroxen, Amphibol und Erz; seltener sind Feldspath, Apatit, Zirkon, Chlorit, Serpentin, Eisenglanz, Glimmer, Kalkspath und Luftporen.

Am wichtigsten für den Aufbau des Feldspathes sind die Glaseinschlüsse. Dieselben sind so häufig, dass man nur selten vollkommen klare Krystalle findet. Zuweilen sind die Durchschnitte so reichhaltig mit Glaseinschlüssen erfüllt, dass die Feldspathsubstanz nur einen spärlichen Kitt um letztere bildet. Was die Anordnung der Glastheilchen anbetrifft, so liegen dieselben entweder regellos, oder sie sind central angehäuft, oder — was am häufigsten vorkommt — zonar vertheilt. Die glasreichen Zonen findet man nicht nur im Innern der Krystalle, sondern auch der äusserste Randtheil kann eine solche Anreicherung von Glassubstanz aufweisen. Indess ist diese Erscheinung sehr selten; fast immer bleibt der äusserste Rand von Glaseinschlüssen frei, was auf ein ruhigeres Wachsthum zur Zeit der Bildung dieses Randes hinweist. Durch ein allmähliches Breiterwerden der Zonen werden Uebergänge zu den in ihrer ganzen Erstreckung mit Glaseinschlüssen erfüllten Durchschnitten gebildet. Der Unterschied ist indess zuweilen ein so strenger, dass ein völlig klarer Kern und eine dicht mit Glaseinschlüssen erfüllte Zone in scharfer Grenze aneinander stossen. Umgekehrt setzt sich der glaserfüllte Kern gegen den einschlussfreien Rand so scharf ab, dass die am Rande liegenden, nach innen zu ausgezackten Glassplitter nach dem freien Rande zu eine grade Linie bilden, wie es Fig. 4 zeigt. — Zuweilen ist zn bemerken, dass die Zonen der Glaseinschlüsse mit Vorliebe nnr einer Seite parallel gehen. Es liegen dann z. B.

dieser Seite gleichlaufend mehrere breite Zonen vor, während den benachbarten Seiten nur eine schmale Zone parallel läuft (vergl. Fig. 5).

Die Grösse der Glaspartikelchen schwankt sehr. Manchmal bilden sie grosse ausgezackte Gestalten, während sie andrerseits so klein werden, dass die Feldspathsubstanz wie von feinen Staubpartikelchen grau gefärbt erscheint.

Das farbige Glas bildet meist ganz regellose ausgezackte Formen; hin und wieder trifft man rundliche Gebilde, die sogenannten „Glaseier", an. Regelmässige viereckige und sechseckige farblose Glaseinschlüsse waren am häufigsten in den Daciten zu beobachten.

Im Allgemeinen kann es wohl als Regel gelten, dass die Farbe des vom Feldspath umschlossenen Glases sich nach derjenigen der Gesteinsbasis richtet. Man findet indessen auch ganz farbloses Glas als Einschlüsse in Gesteinen mit brauner, und tiefbraunes Glas in Gesteinen mit farbloser Basis. Auch braune und farblose Glaseinschlüsse nebeneinander sind zu beobachten gewesen, besonders in einem Pyroxen-Andesit, anstehend am W.-Rand des Hondon de Perugache, etwas über Peñablanca, Abstieg von den Escaleras-Bergen nach Otavalo. Das farblose Glas bildet hier kleinere, aber zahlreichere Massen als das braune, welches sich nur in wenigen grösseren Fetzen bemerkbar macht. Das Gesteinsglas ausserhalb des Feldspathes war in diesen Fällen farblos.

Das Vorkommen des Pyroxens und Amphibols als Einschlüsse im Feldspath richtet sich nach dem Charakter der Gesteine insofern, als im Pyroxen-Andesit mehr der Pyroxen, im Amphibol-Andesit mehr der Amphibol sich als Einschluss im Feldspath findet. Eine genaue Bestimmung in Bezug auf den rhombischen oder monoklinen Charakter des Pyroxens, welche oft schon bei den Einsprenglingen sehr schwierig ist, war natürlich nur bei einigen grösseren Einschlüssen möglich. Man findet schöne Augitkrystalle mit den charakteristischen Spaltrissen und kleinen Einschlüssen von Erz und auch unregelmässige Körner, die vielfach wie Glas zonar im Feldspath angeordnet liegen. Bei den grossen Krystallen kann man zuweilen bemerken, wie die Feldspathsubstanz allmählich um den Krystall herumgewachsen ist und ihn bisweilen nahezu umschlossen hat, Fig. 6. In einem einzigen Falle konnte in einem Feldspath ein schönes baumförmiges Augitskelett beobachtet werden.

Von der Hornblende findet man braune und grüne eingeschlossen, je nachdem die eine oder die andere charakteristisch für das Gestein ist. Sie kommt in kleinen Körnern, grösseren hellbraunen Flecken und deutlichen Krystallen vor, die ganz die charakteristischen Merkmale der Hornblende, wie Spaltrisse, Pleochroismus, magmatischen Rand, Einschlüsse von Erztheilchen und Zwillingsbildung nach $\infty P \infty$ (100) aufweisen.

Wie der Feldspath andere Körper einschliesst, so kann er auch Krystalle seiner eigenen Substanz in sich aufnehmen. Die letzteren zeigen mitunter dieselbe schöne Zonarstructur wie der Mutterkrystall.

Apatitnadeln sind als Einschlüsse im Feldspath in manchen Gesteinen in ziemlicher Menge vorhanden. Diese Nadeln werden schliesslich so fein, dass ihr Apatitcharakter schwierig zu erkennen ist.

Der Zirkon zeigt als Einschluss im Feldspath die gewöhnliche langprismatische Form mit pyramidaler Zuspitzung. Sein hohes Relief, seine lebhaften Polarisationstöne und die positive Doppelbrechung lassen ihn bald erkennen. Er ist jedoch nur in 2 Gesteinen als Einschluss im Feldspath beobachtet worden, nämlich in einem Amphibol-Biotit-Andesit von der O.-Umwallung des Hondon de Chumaví nahe dem Eingang (Cotacachi) und in einem Amphibol-Biotit-Dacit von der Chota-Brücke, am Weg von Tulcan nach Ibarra. — Ein Einschluss von Glimmer im Feldspath kann dagegen nur einmal als Beispiel angeführt werden (Pyroxen-Andesit aus der Quebrada vor dem Orte Puntal, Hochland von Tulcan-Rio Chota).

Ein sehr häufiger Gast in den Feldspäthen ist der Magnetit und das Brauneisen. Meistens hat sich das letztere auf Spaltrissen ausgeschieden. Aber auch zonar ist es in gelben und braunen Fetzen angeordnet; manchmal ist der Feldspath ganz mit ihm angefüllt. — Grüne chloritartige und serpentinartige Substanzen sind ebenso wie der Kalkspath als Verwitterungsprodukte der andern Gemengtheile im Feldspath zu finden. — Luftporen sind besonders in den wasserklaren Glaspartikelchen des Feldspathes beobachtet worden. Sie kommen aber auch für sich im Feldspath vor.

Die mechanischen Deformationen der Feldspathe beschränken sich meist auf Zerbrechung von Krystallen. Solche zerbrochenen Feldspathe sind fast in jedem Schliff anzutreffen.

Die Wirkungen des Magmas äussern sich fernerhin in einer corrodirenden Thätigkeit desselben. Die Feldspathkrystalle verlieren dadurch ihre scharfen Ecken und werden abgerundet. Einbuchtungen der Feldspatheinsprenglinge sind oft zu beobachten gewesen.

Bei den hier untersuchten Gesteinen ist wenig von Verwitterung zu bemerken, sodass auch der Feldspath meist einen ganz frischen Eindruck macht. In den wenigen Ausnahmefällen macht sich der Einfluss der Verwitterung in einer Umwandlung in Kalkspath beziehungsweise Kaolin bemerkbar. Dieselbe beginnt meist auf Sprüngen und verändert schliesslich den ganzen Krystall, sodass eine vollständige Umwandlungspseudomorphose entsteht. Die mit HCl betupften trübgelblich aussehenden Krystalle zeigen ein lebhaftes Aufbrausen. Unter dem Mikroskop sieht man den Kalkspath in seinen

hohen Farbentönen polarisiren. Neben dem Kalkspath hat sich etwas Quarz in unregelmässigen, undulös auslöschenden Fetzen ausgeschieden. Alle diese Erscheinungen sind besonders an einem Pyroxen-Andesit aus dem Rio Cubi (Weg von Perucho nach Escalcras) zu beobachten gewesen. — Die Kaolinisirung der Feldspathe beginnt meistens von aussen nach innen zu, den Spaltrissen folgend. Neben Krystallen mit in Kaolin verwandeltem Rande finden sich auch solche, die ganz und gar mit Kaolinschüppchen durchzogen sind.

Die von Küch an den Andesiten von Pasto[1]) und an andern colombianischen Gesteinen[2]) beschriebene Verkieselung der Feldspathe konnte an den vorliegenden Gesteinen nicht constatirt werden.

Pyroxen.

Als zweitwichtigster porphyrischer Gemengtheil für die weitaus meisten vom Verfasser untersuchten Andesite findet sich der Pyroxen. Derselbe kommt in zwei Abarten vor, als monokliner und als rhombischer Augit. Bezüglich des letzteren lässt sich aus seiner oft zu bemerkenden Verwitterung unter Ausscheidung von Limonit wohl der Schluss ziehen, dass ein eisenreicher Augit, also ein Hypersthen vorliegt. Meistens kommen monokline und rhombische Augite zusammen vor, ohne dass es möglich gewesen wäre, das Vorherrschen des einen oder des andern aus dem Vorhandensein oder Fehlen eines andern Gemengtheiles herzuleiten. Meistens überwiegt der Angit. Es giebt aber auch Fälle, wo der Hypersthen den Augit an Menge übertrifft, oder beide in ungefähr gleichem Verhältniss vorhanden sind.

a. Monokliner Augit.

Der monokline Angit findet sich als Einsprengling in allen Pyroxen- und Amphibol-Pyroxen-Andesiten beziehungsweise Daciten der in Rede stehenden Gesteine. Meistens tritt er hinter den Feldspath zurück, zuweilen übertrifft er ihn aber auch an Menge. Wenn er aber auch als Einsprengling in manchen Fällen spärlich oder gar nicht vorhanden ist, so fehlt er als Grundmassengemengtheil bei den untersuchten Gesteinen (auch bei den Amphibol-Andesiten beziehungsweise Daciten) fast niemals.

Makroskopisch bilden die Augite dunkel- bis schwärzlichgrüne Krystalle. Im Dünnschliff liegt ihre Farbe zwischen wasserhellen, gelblichen und grünlichgelben Tönen.

---

[1]) R. Küch: Pyroxen-Andesit des Vulkans von Pasto im südlichen Colombia. Z. D. G. G. 1885. XXXVII. p. 811.

[2]) R. Küch: l. c. (Colombiagesteine) p. 31.

Der monokline Augit kommt als Einsprengling entweder in kleineren unregelmässigen Körnern oder in grossen schön begrenzten Krystallen vor. Man findet makroskopisch bis 7 mm grosse Krystalle; meistens ist er aber so klein, dass er für das blosse Auge nicht erkennbar ist. Die Körner liegen entweder durch das Gestein hin zerstreut oder in Haufen zusammen. Diese „Augitangen" stellen Concretionen dar. Die Krystalle bilden im Gegensatz zum Hypersthen öfters gedrungene Gestalten. Nicht selten kommt aber auch der monokline Augit mit prismatischem Habitus vor. In dem letzteren Falle sind die krystallographischen Umgrenzungselemente meist besser entwickelt als in dem ersteren. An Formen wurden beobachtet:

$$\infty P\ (110),\quad \infty P \grave{\infty}\ (010),\quad \infty P \infty\ (100),\quad P\ (111).$$

Sehr häufig findet man bei den Augiten **Zwillingsbildung** nach $\infty P \bar{\infty}$ (100). Die Zwillinge bestehen dann entweder aus zwei ungefähr gleich grossen Individuen, oder man bemerkt nur wenige, zuweilen selbst nur eine Zwillingslamelle in einem grösseren Augitkrystall eingeschaltet.

Eine besondere Abart des gewöhnlichen Zwillingsgesetzes nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) liegt in einigen regelmässigen Verwachsungen vor, die in den Gesteinen vom unteren Ende des grossen Putujurá Derumbo bei el Topo bajo nahe dem Orte Cotacachi (ca. 2466 m), sowie an Stücken vom Páramo del Anjel auf dem Wege von Tuza nach dem Rio Chota beobachtet werden konnten. Wie die Figuren 7a und 7b darstellen, hat man es hier mit Durchkreuzungszwillingen zu thun. Der Durchschnitt, welchen Figur 7a erläutern soll, ist ein schiefer Schnitt durch einen solchen Zwilling, nähert sich indessen einem solchen nach $\infty P \grave{\infty}$ (010). Der Krystall besteht aus zwei sich durchkreuzenden Theilen, die in Zwillingsstellung nach $\infty P \bar{\infty}$ (100) zu einander stehen und sich durchdringen. Dies ist namentlich auf Schnitten nach dem seitlichen Pinakoid $\infty P \grave{\infty}$ (010) schön zu sehen.

Recht häufig tritt bei dem monoklinen Augit eine ausgesprochene **Zonenstructur** in Erscheinung, welche an die bei den Plagioklasen beschriebenen Verhältnisse erinnert. Die Anzahl der Zonen ist aber hier eine viel geringere als bei den Plagioklasen; es wurden derer im Maximum nur 10 in einem Krystall gezählt. Meistens bestehen die Krystalle nur aus Kern und Rand. Es wechseln dabei hellere und grünlichere Schichten miteinander ab.

Die **prismatische Spaltbarkeit** ist immer recht deutlich. Man sieht auf Längsschnitten parallel verlaufende Risse; auf Querschnitten schneiden sich dieselben unter einem Winkel von etwa 90°.

An **Einschlüssen** ist in den Augiten vor allem **Glas** zu beobachten gewesen. Dasselbe ist farblos oder bräunlich und führt vielfach Luftporen. Zuweilen ist es in langen spindel- oder schlauchförmigen Figuren parallel angeordnet. Oft ist der Augit-

krystall so von Glas durchsetzt, dass man die Augitfetzen nur durch ihre einheitliche Auslöschung als ein zusammengehöriges Ganzes zu erkennen vermag. Mehr untergeordnet findet man als Einschlüsse Theile von Grundmasse, Luftporen, Apatit, Calcit und einige kleine Feldspath-, Hornblende- und Eisenglanzkrystalle. Die letzteren erscheinen in orangerothen, lebhaft polarisirenden Blättchen. — Selten sind Augite vorhanden, welche frei von Magnetit sind, wie denn überhaupt der Magnetit sich gern in der Nähe von Pyroxenen ansiedelt. Er bildet als Einschluss im Augit meistens unregelmässige Körner; in einem Falle konnte er aber auch in der Form von schwarzen Nadeln beobachtet werden, die sich unter einem Winkel von ca. 60° schneiden. Für dasselbe Mineral halte ich auch die schon von Küch erwähnten[1]) schwarzen strichförmigen Interpositionen, weil hin und wieder zu bemerken ist, wie die grossen rundlichen Erzmassen in die strichförmigen auslaufen. Es hat sich hierbei das Erz auf feinen parallelen Rissen ausgeschieden (vergl. Figur 8). Sehr kleine staubförmige Interpositionen findet man zuweilen nur in dem Kern der Krystalle, welche Stellen infolge dessen durch eine starke Trübung sich von dem interpositionsfreien klaren Mantel abheben.

Auch der Augit hat vielfach mechanische und chemische Eingriffe erlitten. Durch heftige Strömungen im Magma ist er zerbrochen worden. Hat er sich äusserlich auch unversehrt erhalten, so zeigt doch fleckige und unregelmässige Auslöschung in einigen wenigen Fällen die innere Verschiebung der Theilchen an. Solche Durchschnitte sehen dann den bekannten undulös auslöschenden Quarzen recht ähnlich. — Chemische Corrosionen sind im allgemeinen selten. Hin und wieder wurden Einbuchtungen, auch in der Form des Wirthes, beobachtet.

Die secundäre Entstehung des Augites aus der Hornblende wird an späterer Stelle besprochen werden.

b. Hypersthen.

Die genaue Erkennung des rhombischen Genossen des Angits, des Hypersthens, macht nicht selten viel Schwierigkeiten. Seine Uebereinstimmung mit dem Augit ist oft so gross, dass es unmöglich ist, ihn ohne chemische Analyse genau zu erkennen. Es ist jedoch sicher, dass er in den untersuchten Gesteinen ein sehr häufiger Gast ist. Meistens ist er im Gegensatz zum Augit lang säulenförmig ausgebildet. Die Längsschnitte sind in der Mehrzahl der Fälle an beiden Enden abgerundet. Querschnitte zeigen die Pinakoide vorherrschend und das Prisma ∞ P (110) zurücktretend. Die

[1]) R. Küch l. c. (Colombiagesteine) p. 95.

Polarisationstöne sind sehr niedrig. In ganz dünnen Schliffen zeigt der Hypersthen im parallelen polarisirten Licht ein mattes bläuliches Weiss. Hierzu kommt als weiteres Kennzeichen neben der orientirten Auslöschung der Pleochroismus, der in dickeren Schliffen sehr bedeutend werden kann. Unter der Annahme, dass die Polarisationsebene senkrecht auf der Schwingungsebene steht, ist der parallel c schwingende Strahl grünlich, die senkrecht dazu vibrirenden sind röthlichbraun. Am leichtesten unterscheidet man Augit und Hypersthen in Schnitten senkrecht zur c-Axe. Auf ihnen tritt beim Hypersthen eine Mittellinie, beim Augit eine Axe aus.

Oefters erschienen in den untersuchten Gesteinen Hypersthen-Zwillinge nach $P\breve{\infty}(011)$, wie sie zuerst Fr. Becke[1] beschrieben hat. Nach seiner Angabe beträgt der Winkel zwischen den c-Axen der beiden Zwillingsindividuen ungefähr 61°. Besonders reich an solchen Zwillingen waren die Gesteine vom Abhang des Alto de Pucará (ca. 3122 m), rechtes Ufer des Chota (Hochland von Tulcan-Rio Chota), ferner vom Tuff zwischen La Posta und El Tun (ca. 2400 m), rechtes Ufer des Chota (Hochland von Tulcan-Rio Chota) und von der Lava auf dem von Tiocungo zum Gipfel führenden Grate (El Cotacachi). Bei einzelnen Beispielen näherte sich der Winkel dem von Becke angegebenen, bei schieferen Schnitten aber wurde er kleiner resp. grösser. Es fanden sich solche Winkel von:

58°, 60° und 80°.

An Einschlüssen zeigt der Hypersthen wie der Augit Erzkörnchen, kleine Hornblendekrystalle und lange helle Nadeln, die als Apatit gedeutet werden konnten. Auch Augitkörnchen sind in ihm beobachtet worden. — Die prismatische Spaltbarkeit tritt beim Hypersthen zuweilen sehr zurück. Auf manchen Längsschnitten fehlen die Spaltrisse ganz und gar.

Bei der Untersuchung des Hypersthens sind nun fernerhin besonders eigenthümliche Gebilde aufgefallen. Dieselben bestehen aus einem Gemenge von Hypersthen, hin und wieder etwas monoklinem Augit und Erz, die sich concretionsartig angesammelt haben. Der Hypersthen bildet kleinere Körner, zwischen denen das Erz in strahlenförmiger, skelettartiger Weise angeordnet ist. Eine solche Skelettmasse weist bemerkenswerther Weise eine regelmässige Umgrenzung auf, wie Figur 9 zeigt. Seiner geringen Löslichkeit in HCl wegen kann das Erz als ein titanhaltiges Magneteisen angesehen werden. An eine Entstehung des Erzes aus dem Hypersthen ist dabei wohl nicht zu denken, da diese Gebilde einen vollständig frischen Eindruck machen. Vielmehr sind sie als alte Ausscheidungen aus dem Magma aufzufassen. Dass sie in sehr früher Zeit

[1]) Tschermak's Mineralogische u. petrographische Mittheilungen 1886. Bd. VII p. 96.

entstanden sein müssen, dafür zengen die Bestandtheile selbst, sowie anch der Umstand, dass die oben genannte, mit regelmässiger Umgrenzung versehene Ansammlung von Hypersthen und Erz mitten in einem grossen Hypersthen liegt. Da nun der Hypersthen als alter Bestandtheil der Gesteine aufzufassen ist, so muss jene noch älter sein als der sie nmschliessende Krystall.

Die Verwandtschaft zwischen Angit und Hypersthen äussert sich neben vielen andern Eigenschaften anch in den hänfigen Verwachsnngen zwischen beiden. Dabei bildet der Augit entweder einen unregelmässigen Kranz von grossen Körnern um den Hypersthen herum, oder die beiden Mineralien sind gesetzmässig verwachsen. In dem letzteren Falle bildet der Angit Säume an den beiden Seiten des Hypersthens. Leider wurde in den mir zur Verfügung stehenden Schliffen kein nnzweideutiges Beispiel gefunden, welches einen genaueren Schluss über die krystallographische Art der Verwachsung gestattet hätte. Meistens geht der Augitmantel nicht über die Pyramiden- und Domenflächen des Hypersthens hinweg. In einzelnen Fällen ist jedoch auch diese Art der Verwachsung beobachtet worden, sodass also dann der Hypersthen ganz von dem Angit eingehüllt wird (vergl. Fig. 7b bei a).

Der Umänderung durch Atmosphärilien unterliegen die Pyroxene, monokline sowohl wie rhombische, im Allgemeinen sehr wenig. Hingegen haben eisenhaltige Gewässer anch in ihnen vielfach Infiltrationsprodukte abgesetzt. Die Gewässer durchdringen das Gestein und setzen auf Rissen und Spalten braunrothes Eisenhydroxyd ab. Man kann beobachten, wie ein solcher Spalt von aussen eindringt nnd, immer schmaler werdend, in den grossen Krystallen von Feldspath, Angit und Hypersthen sich verästelt. Der ganze Feldspath ist mit Eisenhydroxyd angefüllt. Ebenso findet man dasselbe anch auf den Spalten der Pyroxene ansgeschieden. Von den Spalten greift es immer weiter um sich und erfüllt den Pyroxen allmählich vollständig. — Das Eisenerz dringt anch vom Rande ans ein. Es bildet sich zuerst um den Krystall ein dunkelbrauner, nach innen zu immer heller werdender Saum. Bei stärkerer Anhäufung der Infiltrationsmassen wird der änsserste Rand schwarz, nnd die Krystalle erscheinen bis in das Innerste hinein orangeroth gefärbt. Es ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass der umrandete Krystall selbst in mehr oder minder bedentender Weise Material für den ihn umhüllenden Saum hergegeben hat. Dieser schwarze Rand hat also, wie Küch[1]) betont, trotz der grossen Aehnlichkeit beider eine ganz andere Entstehnng wie der magmatische Rand der Hornblende-Krystalle. Bei solchen Färbungen durch Eisenhydroxyd ist anch der zonare Bau der Pyroxene sehr schön zu erkennen. Im gewöhnlichen Licht sieht man

[1]) R. Küch l. c. (Colombiagesteine) p. 34.

die Zonen abwechselnd hell und gelblichbraun gefärbt. Alle diese mit Eisenhydroxyd durchtränkten Gesteine sind schon äusserlich an ihrer rothen Farbe zu erkennen. Die Augite der rothen Theile sind dann durch Eisenhydroxyde orangeroth gefärbt, während die in den dunklen Theilen des Gesteins liegenden Krystalle frisch und farblos sind.

Amphibol.

Die Hornblende kommt in bis 7 mm grossen Krystallen vor, die schon makroskopisch sehr schön die charakteristische Spaltbarkeit zeigen. Die mit Resorptionsrand versehenen Krystalle erscheinen als matte schwarze Flecke, die ohne scharfe Grenze in die umgebende Gesteinsmasse hinein verlaufen. — An Menge übertrifft die Hornblende den Feldspath nur in ganz wenigen Fällen; meistens steht sie weit hinter ihm zurück.

Es kommen verschiedene Arten von Hornblende in den untersuchten Gesteinen vor, die grüne und die braune, die sogenannte basaltische. Zwischen beiden steht vermittelnd eine bräunlichgrüne, die im Allgemeinen auch zu der basaltischen zu rechnen ist. Diese drei Arten der Hornblende unterscheiden sich nicht nur durch die verschiedene Farbe, sondern auch durch die verschiedene Auslöschungsschiefe zu den Spaltrissen, die bei der grünen bis zu 16° und 18°, bei der basaltischen bis zu 6° geht. In einem Falle wurde beobachtet, wie der Kern eines Krystalls aus brauner, der Rand aus bräunlichgrüner Hornblende bestand. In diesem Falle zeigte der Kern eine Auslöschungsschiefe von 11° zu den Spaltrissen, während diejenige der bräunlichgrünen Zonen 18° betrug. Im Uebrigen wurden bei der bräunlichgrünen Hornblende Auslöschungsschiefen zu 6°, 7° und 9° bestimmt, sodass also die bräunlichgrüne Hornblende in Bezug auf diese Eigenschaft im Allgemeinen zwischen der grünen und der typisch braunen steht. Verfasser ist der Ueberzeugung, dass die braune Hornblende vielfach aus der grünen und bräunlichgrünen durch secundäre Einwirkungen hervorgegangen ist. Den Beweis hiefür glaubt er durch Folgendes liefern zu können:

Es ist eine bekannte Erscheinung, dass eisenoxydulhaltige Mineralien durch Glühen eine mehr oder minder ausgesprochene rothe Farbe annehmen und die Eigenschaft des Pleochroismus erlangen, beziehungsweise in verstärktem Maasse zeigen können. Schon lange kennt man, namentlich in ersterer Hinsicht, den Olivin; durch neuere Untersuchungen[1]) mit Rücksicht auf das pleochroitische Verhalten ist auch die Hornblende bekannt geworden.

[1]) Rosenbusch: Mikroskopische Physiographie. II. Aufl. 1885. Bd. I p. 463. — C. Schneider: Zur Kenntniss basaltischer Hornblenden. Groth's Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie. 1891. Bd. XVIII p. 579.

Durch das Vorkommen sowohl von grüner als auch von brauner Hornblende in den untersuchten Andesiten und Daciten angeregt, stellte ich den Versuch an, durch Glühen grüne Hornblende in der bekannten Weise umzuändern, um das Ausgangsmaterial und das Glühprodukt vergleichen zu können. Ich fand, dass durch ein Glühen unter Zutritt der Luft die grüne Hornblende die Eigenschaften der basaltischen annahm.[1] Während dieser Untersuchungen erschien die Arbeit von C. Schneider: „Zur Kenntniss basaltischer Hornblenden".[2] Derselbe stellt vermittelst chemischer Analysen fest, dass beim Glühen der basaltischen Hornblende unter Zufuhr von Wasserdampf das Eisenoxydul bis auf einen geringen Rest in Eisenoxyd übergeht. Durch das Glühen wurde das fein gepulverte Mineral gelbbraun. Zu gleicher Zeit änderte sich auch die Auslöschungsschiefe auf dem Prisma ∞ P (110). Wenn dieselbe vor dem Glühen z. B. bei der Hornblende des Laacher Sees $8^1/_2{}^\circ$ betrug, so ging sie durch das Glühen auf 0° herunter. Der Pleochroismus dagegen stieg so sehr, dass die Hornblenden vom Laacher See den eisenoxydularmen Hornblenden von Böhmen und Ortenberg (Vogelsberg) vollständig gleich wurden. Schneider hatte sich bei seinen Versuchen auf die dunkle, sogenannte basaltische Hornblende beschränkt.

Ich hatte meine Versuche besonders in Bezug auf die grüne Hornblende angestellt. Infolge der relativen Seltenheit und geringen Grösse der grünen Hornblende-Krystalle in den ecuatorianischen Andesiten beziehungsweise Daciten benutzte ich zunächst die dunkelgrün bis schwarz aussehende gemeine Hornblende von Arendal, die mir in schönen Krystallen durch die Güte des Herrn Geheimen Bergrathes Prof. Dr. C. Klein zur Verfügung gestellt wurde. Zur weiteren Untersuchung wurden dann noch einige heller gefärbte Hornblenden, nämlich der Aktinolith vom Greiner (Zillerthal, Tirol), die gemeine Hornblende von Russel Co. (New-York) und der Tremolit von Campo longo (St. Gotthard), und endlich noch die grüne Hornblende in den Gesteinen des Cotacachi verwandt. Wenn die Krystalle nach bestimmten Flächen möglichst dünn geschliffen waren, so wurden sie mit einem mit Alkohol befeuchteten Haarpinsel vom anhaftenden Balsam gereinigt und vom Objectträger losgelöst. Sodann wurde der Schliff in mehrere Theile zerlegt und einer davon in einem dünnen Platinschälchen über einem Bunsen'schen Brenner verschieden lange Zeit ($^1/_4$—2 Stunden) stark geglüht. Wenn der Versuch gelingen sollte, so durfte der Schliff nicht gross sein; denn er musste, um die volle Hitze zu erhalten, dem Platinschälchen fest anliegen. Dabei ergab sich in erster Linie, dass langes Glühen vollständig unnöthig war. Eine halbe Stunde glühen über der vollen Flamme des Bunsen-Brenners genügte vollkommen, um das Krystallblättchen

[1] Neues Jahrbuch für Mineralogie. 1891. Bd. I p. 291.
[2] Groth's Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie Bd. XVIII. 1891. p. 579—584.

umzuwandeln. Untersucht wurden die orientirten Schliffe nach $\infty P\,(110)$, $\infty P \breve{\infty}\,(010)$, $\infty P \bar{\infty}\,(100)$, sowie senkrecht zur c-Axe. Es wurden jedesmal ungeglühte und geglühte Theile ein und desselben Schliffes in Canada-Balsam eingelegt. Auf diese Weise konnten die durch das Glühen entstandenen Umänderungen am besten mit dem ursprünglichen Zustand verglichen werden.

Ich behandle zuerst die Umänderungen, welche die **Hornblende von Arendal** erlitten hat. Ihr Gehalt an Eisenoxydul beträgt nach der Analyse von Rammelsberg[1]) 6,97% und derjenige an Eisenoxyd 14,48%. Das erste, was nach dem Glühen auffiel, war die vollständige Veränderung der Farbe. Die ursprünglich saftgrünen Blättchen waren dunkelbraun geworden. Nach den Versuchen von Schneider ist zu schliessen, dass auch hier eine chemische Umänderung der Art sich vollzogen hat, dass Eisenoxydulverbindungen in Oxydverbindungen übergegangen sind. Dabei ist es aber nicht zu einer Ausscheidung von Eisenoxyd gekommen, das Mineral ist vielmehr klar geblieben. Selbst mit starker Vergrösserung war es unmöglich, eine secundäre Bildung von Eisenoxydkörnchen wahrzunehmen.

Es ist nun fernerhin zu betonen, dass der Krystall nicht bloss seiner äusseren Farbe nach, sondern auch in seinen optischen Eigenschaften ein ganz anderer Körper geworden ist, der jetzt vollständig mit der braunen basaltischen Hornblende übereinstimmt. Das Auffallendste dabei ist die bereits bekannte Aenderung des Pleochroismus. Die grüne Hornblende von Arendal zeigt hierin folgende Umänderungen:

Die Schnitte nach $\infty P\,(110)$ waren vor dem Glühen lichtgrün, wenn die Spaltrisse mit der Polarisationsebene des unteren Nicols einen Winkel von 21° bildeten, und bläulichgrün, wenn sie senkrecht dazu, d. h. unter einem Winkel von 111° eingestellt waren. Nach dem Glühen war der Farbenton hellbraun, wenn die Spaltrisse zu der Polarisationsebene des unteren Nicols unter einem Winkel von $3^1/_2{}^\circ$ standen, und senkrecht dazu, d. h. unter einem Winkel von $93^1/_2{}^\circ$, dunkelbraun. — Derselbe Farbenwechsel zwischen lichtgrün und bläulichgrün beziehungsweise hellbraun und dunkelbraun trat bei einem Schliff nach $\infty P \bar{\infty}\,(100)$ ein, und zwar erschien der bläulichgrüne, beziehungsweise dunkelbraune Farbenton in beiden Fällen, wenn die Polarisationsebene des angewandten Nicols senkrecht auf den Spaltrissen des Minerals stand. — Ein Schliff nach $\infty P \breve{\infty}\,(010)$ erschien vor dem Glühen grüngelb, wenn die Spaltrisse zu der Polarisationsebene des unteren Nicols einen Winkel von $18^1/_2{}^\circ$ bildeten, und in der dazu senkrechten, d. h. unter einem Winkel von $108^1/_2{}^\circ$ geneigten Stellung, bläulichgrün. Nach dem Glühen waren die Durchschnitte in der Stellung, bei welcher die

[1]) Rammelsberg: Handbuch der Mineralchemie. 1875. Bd. II p. 416.

Polarisationsebene des unteren Nicols parallel der *c*-Axe verlief, hellgelblichgrün und in der dazu senkrechten fast ganz dunkel. — Auf Schnitten senkrecht zur Axe *c* ist schon bei den ungeglühten Schliffen ein ausserordentlich starker Pleochroismus wahrzunehmen. Wenn man bei ihnen die Orientirung zu den Spaltrissen annimmt, so war vor dem Glühen der parallel der langen Diagonale der Rhomben polarisirte Strahl gelb und der parallel der kurzen polarisirte wurde fast gänzlich absorbirt. Nach dem Glühen lagen die Verhältnisse so, dass der parallel der kurzen Diagonale der Rhomben polarisirte Strahl ganz absorbirt wurde, während das Präparat hellbraun erschien, wenn die lange Diagonale der Rhomben der Polarisationsebene des unteren Nicols parallel stand.

Eine weitere Umänderung bestand in der bedeutenden Steigerung der Doppelbrechung. Am deutlichsten tritt diese Veränderung im convergenten polarisirten Licht zu Tage insofern, als die Interferenzcurven auf den verschiedenen Platten vermehrt erscheinen, wobei man aber nicht vergessen darf, die infolge der Lagenveränderung der Elasticitätsaxen eingetretene Verschiebung des Interferenzcurvensystems mit in Betracht zu ziehen.

Schliesslich ist bei der Beobachtung im parallelen Licht eine Veränderung in der Lage der Elasticitätsaxen infolge des Glühens eingetreten, die sich durch das ganz bedeutende Sinken der Auslöschungsschiefen kennzeichnet.

Bei den Schliffen nach $\infty P(110)$ sank die Auslöschungsschiefe

1) von 21° auf $3\frac{1}{2}$°
2) „ 17° „ 3°
3) „ 20° „ $\frac{1}{2}$°

im Mittel also von 19,3° auf 2,3°, also um 17°. Ein Schliff nach $\infty P\bar{\infty}(100)$ zeigte infolge des Glühens natürlich keine Veränderungen in den Auslöschungsrichtungen, da ja die Hornblende wie alle monoklinen Mineralien auf diesem Schliff orientirt zur Richtung der Axe *c* auslöscht.

Auf einem Schliff nach $\infty P\breve{\infty}(010)$ ging die Schiefe von $18\frac{1}{2}$° vor dem Glühen durch dasselbe auf 0° herunter; der Schliff nach $\infty P\breve{\infty}(010)$ löschte also nach dem Glühen orientirt aus.

Aus diesen Resultaten ist zu ersehen, dass infolge des Glühens die Lage der Mittellinien eine ganz andere geworden ist. Wie bekannt, liegen bei den Amphibolen die optischen Axen in der Symmetrieebene. Die Elasticitätsaxe c liegt in dem spitzen Winkel β und ist gegen die Verticalaxe unter einem verschiedenen Winkel geneigt. Bei der Arendaler Hornblende beträgt dieser Winkel 19°. Bei der ungeglühten Hornblende tritt auf dem vorderen Pinakoid $\infty P\infty(100)$ eine Axe in der Spur der Symmetrieebene und zur Flächennormale geneigt aus. — Wenn man nun einen solchen Schliff nach

$\infty P \bar{\infty}$ (100) stark glüht und denselben im convergenten polarisirten Licht untersucht, so sieht man nicht mehr eine Axe, sondern das centrische Interferenzbild um die negative Mittellinie austreten. Dies erhellt aus dem Vergleich der Fig. 10a (ungeglüht) und 10b (geglüht). Es ergiebt sich danach folgendes Schema: Wie der Schliff nach dem seitlichen Pinakoid $\infty P \breve{\infty}$ (010), auf welchem die Auslöschung orientirt geworden ist, zeigt, fällt jetzt die krystallographische c-Axe mit der Axe der kleinsten Elasticität $\mathfrak{c}$ zusammen. Die Axe $\mathfrak{a}$ steht also jetzt auf dem vorderen Pinakoid $\infty P \bar{\infty}$ (100) senkrecht (vergl. Figur 10b). Im convergenten Licht sieht man eine dementsprechende Erscheinung.

Zum Schluss blieb mir nun noch übrig, zu untersuchen, ob durch das Glühen der Axenwinkel eine Veränderung erlitten hatte. Zu diesem Behufe wurde ein Schliff senkrecht zur ersten Mittellinie angefertigt und der Winkel zu messen versucht. Indess erwies sich das Präparat zur genauen Messung nicht geeignet, da infolge der schwachen Doppelbrechung und der Dünne des Präparates die Hyperbeläste für eine sichere Messung viel zu verwaschen erschienen. Dickere Präparate sind wegen der starken Eigenfarbe der grünen Hornblende nicht zur Beobachtung im convergenten Lichte verwendbar.

Aus den Gesteinen des Cotacachi und Piñan wurden auch einige Prismenschliffe von der daselbst vorkommenden grünen Hornblende angefertigt. Das erste dazu benutzte Handstück war ein Amphibol-Andesit vom Rio Pizambizl bei Cotacachi und das zweite ein ebensolches Gestein aus der Gegend zwischen Tumbabiro und Rio Cariyaco bei Ingenio (Piñan). Die Veränderungen, welche bei der hier vorkommenden grünen Hornblende durch das Glühen hervorgerufen wurden, waren dieselben wie bei der Arendaler Hornblende. Mit der Aenderung der Farbe, die vom Grün in's Dunkelbraun überging, war eine entsprechende Aenderung in dem Pleochroismus eingetreten. Bei der kaum merklich pleochroitischen Hornblende von Rio Pizambizi bei Cotacachi schwankten die Farben vor dem Glühen zwischen gelblich- und dunkelgrün. Nach dem Glühen war der Schliff rothbraun, wenn die Spaltrisse 3° gegen die Polarisationsebene des unteren Nicols geneigt waren, und dunkelbraun bei einem Winkel von 93°. Bei der Hornblende aus der Gegend zwischen Tumbabiro und Rio Cariyaco bei Ingenio (Piñan) bewegte sich der Pleochroismus vor dem Glühen in heller- und dunklerbräunlichgrünen, und nach dem Glühen in hell- und dunkelbraunen Tönen, je nachdem die Spaltrisse der Polarisationsebene des unteren Nicols parallel oder senkrecht dazu standen. — Auch die Doppelbrechung war merklich gestiegen. — Die Schiefe der Auslöschung sank bei der Hornblende aus dem ersten Gestein

1) von 8° auf 3°
2) „ $15\frac{1}{2}$° „ fast 0°

im Mittel also von $11^3/_4{}^\circ$ auf $1^1/_2{}^\circ$, also um $10^1/_4{}^\circ$, bei der aus dem zweiten Gestein

von 4° bis fast auf 0°.

Die letztere Hornblende, die sich durch ihre bräunlichgrüne Farbe und ihre geringe Auslöschungsschiefe schon als basaltische zu erkennen giebt, liess auch noch diese geringe Schiefe weiter heruntersinken.

Um nun einen erneuten Beweis zu liefern, dass die infolge des Glühens eintretenden Veränderungen der Hornblende von ihrem Gehalt an Eisenoxydul abhängig sind, wurden fernerhin die nämlichen Glühversuche an eisenoxydularmen Hornblenden und zwar am Aktinolith von Greiner (Zillerthal), an der gemeinen Hornblende von Russel Co. (New York) und am Tremolit von Campo longo (St. Gotthard) ausgeführt. Von allen wurden orientirte Schliffe nach dem Prisma ∞ P (110) angefertigt.

Der bekannte Aktinolith aus dem Zillerthal in Tirol bildet lange in der Richtung der c-Achse gestreckte Krystalle von dunkelgrünem Aussehen. Im Dünnschliff zeigte er ein hellbläuliches Weiss ohne jeden Pleochroismus. Sein Gehalt an Eisenoxydul beträgt nach der Analyse von Rammelsberg 6,25%.[1] Durch das Glühen wurde er jedoch deutlich braun und nahm einen starken Pleochroismus an, dessen Farbe sich in gelblichen und hellbraunen Tönen bewegte, je nachdem die Richtung der Axe c der Polarisationsebene des unteren Nicols angenähert parallel oder senkrecht dazu stand. Auch die Auslöschungsschiefe wurde eine ganz andere; sie sank von 14° auf 2° herab. Die Doppelbrechung dagegen stieg ganz bedeutend: die Zahl der Interferenzcurven im convergenten Licht vermehrte sich auffallend.

Weniger stark waren die Veränderungen, welche die gemeine Hornblende von Russel Co. im Staate New-York durch das Glühen erfuhr. Die gelblichgrünen Krystalle sind im Dünnschliff vollständig farblos und zeigen keinen merklichen Pleochroismus. Durch das Glühen wurden sie indess dunkelgelb und erhielten deutlichen Pleochroismus. Der letztere schwankte zwischen hellgelb und dunkelgelb. Die Auslöschungsschiefe, die vor dem Glühen 13° betrug, wurde durch dasselbe nicht merklich geändert. Ebenso war die Doppelbrechung anscheinend dieselbe geblieben.

Bei der weissen Hornblende, dem Tremolit von Campo longo am St. Gotthard endlich, der eisenärmsten, mit einem Gehalt an Eisenoxydul von nur 0,50%,[2] vermochte selbst ein zwei Stunden lang fortgesetztes Glühen keine Einwirkung hervorzubringen. Die Blättchen blieben nach wie vor farblos; ebenso waren die Auslöschungsschiefe von

[1] Pogg. Ann. 1856. 103, 296
[2] Pogg. Ann. 1858. 103, 295.

12° nnd die Stärke der Doppelbrechung vollständig dieselbon geblieben. Von Pleochroismns war nichts zn bemerken.

Wenn wir nnn die erhaltenen Resnltate znsammenfassen, so ergicbt sich: Die gemeine grüne Hornblende wird durch Erhitzung in die braune basaltische übergeführt. Dabei ändern sich nicht bloss die Farbe, sondern anch alle ihre optischen Eigenschaften. Der Pleochroismus und die Doppelbrechung werden bedeutend stärker, während die Auslöschnngsschiefe von ungefähr 20° anf 0° herabsinkt. Dabei ändert sich die Lage der Mittellinien dahin, dass bei der ungeglühten Hornblende auf dem vorderen Pinakoid $\infty P \bar{\infty}$ (100) eine Axe, bei der geglühten eine Mittellinie austritt. Abhängig ist diese Veränderung von dem Gehalt an Eisenoxydul.

Um nun auch die Hornblenden im Gestein selbst zu untersuchen, habe ich mehrere Dünnschliffe von Gesteinen mit grüner Hornblende geglüht, und zwar aus folgenden Gesteinen:

Amphibol-Andesit: Ingenio nach Cachimbiro; warme Quelle. Piñan.
Amphibol-Pyroxen-Andesit: Chanchagran aus dem Rio Cubi. Escaleras-Berge.
Amphibol-Andesit: N.-Rand der Cuicocha-Umwallung. Zw. Cerro de los Morroches und Hondon de Chumaví. Cotacachi.
Amphibol-Andesit: S.-Rand der Cuicocha-Umwallung. Cotacachi.
Amphibol-Andesit: Grund des Hondon de Chumaví. Cotacachi.
Amphibol-Andesit: Puente del Allyaco. Zw. Ingenio nnd Cachimbiro. El Piñan.

Der Erfolg des Glüheus war, dass alle grünen Hornblenden rothbraun wurden und zwar derartig, dass sie gar nicht von den brannen Hornblendeu der Gesteine zu unterscheiden waren.

Aber nicht nur die grüneu Hornblenden änderten sich, sondern auch die Grundmasse nahm eine lichtröthliche Farbe an. Der ganze Schliff wurde infolgo dessen gelblichroth, wie man dies oft an den nicht künstlich erhitzten Gesteineu wahrnimmt. Beim Glühen von ganzen Stücken derselben Gesteine, welche im Schliff gelblich wurden, konnte jedoch keine Veränderung wahrgenommen werden.

Es scbeint mir in Anbetracht des Obigen der Schluss erlaubt, dass vielfach die braune Hornblende der untersnchten Gesteine ans der grünen durch eine Hitzewirknng, bei welcher eine Oxydation möglich war, hervorgegangen ist. — Ein weiterer Umstand spricht für diese Annahme. Es findet sich der sogleich zu besprechende Resorptionsrand ganz besouders bei der braunen Hornblende, während derselbe bei der grünen entweder ganz fehlt, oder nur in sehr wenig ausgesprochener Weise vorhanden ist. Der Resorptionsrand deutet auf eine secnndäre Einwirkung auf die Hornblende hiu, wie sie im

Obigen für das Zustandekommen der braunen Hornblende überhaupt angenommen wurde. Das Zusammentreffen des Resorptionsrandes mit der braunen Farbe scheint mir eine Stütze für die hier ausgesprochene Ansicht zu sein.

Die Hornblende kommt zum allergrössten Theile in wohlbegrenzten Krystallen vor; nur in wenigen Fällen durchzieht sie das Gestein in unregelmässigen Fetzen. Die grossen Krystalle haben meistens die Form: $\infty P(110)$, $\infty P \breve{\infty}(010)$, $0P(001)$ und $P(111)$. Zwillingsbildung nach der vorderen Endfläche $\infty P \bar{\infty}(100)$ ist sehr häufig. Entweder lagern dabei die Zwillingsindividuen mit scharfer Grenze aneinander, oder das eine Individuum wird von Lamellen des andern durchzogen.

Die Spaltbarkeit ist die gewöhnliche prismatische. Sie stellt sich auf Schnitten aus der Säulenzone als lange parallele, auf den Querschnitten dagegen als solche unter einem Winkel von $124\frac{1}{2}°$ sich schneidende Risse dar.

Der Pleochroismus ist auffallend stark. Bei der grünen Hornblende schwankt er zwischen gelblichgrünen und dunkelgrünen, bei der bräunlichgrünen zwischen weisslichgelben und bräunlichgrünen und bei der braunen zwischen hellgelben und braunrothen Tönen.

Sehr schön tritt in diesen hier untersuchten Gesteinen, besonders in den Daciten, ein zonarer Aufbau der Hornblende hervor. Er ist in allen drei Hornblendearten gleich gut ausgebildet. Meist findet man nur Rand und Kern; es wurden aber auch bis 10 Zonen in einem Krystall gezählt. Nicht immer folgen sie der äusseren Umrandung. In einem Dacite fand sich ein länglicher, an den schmalen Seiten magmatisch corrodirter Krystall, der in der Mitte einen fast kreisrunden Kern hatte (Fig. 11). Die Zonen unterscheiden sich sehr leicht durch die Verschiedenheit in der Farbe der Art, dass hellere und dunklere Töne des Grün beziehungsweise Bräunlichgrün und Braun mit einander wechseln und fernerhin durch den ungleichen Pleochroismus. Ein Unterschied in der Auslöschungsschiefe konnte nicht festgestellt werden, selbst nicht bei einer Untersuchung im Natrium-Licht.

Die Mannigfaltigkeit der Einschlüsse in der Hornblende steht mit derjenigen der Pyroxene auf gleicher Stufe. Am meisten findet man Erz in ihr eingeschlossen. Dasselbe zeigt unregelmässige Formen. Einmal konnte beobachtet werden, wie ein Erzkorn von der umgebenden Hornblende durch einen hellen Hof getrennt wurde. Weiter sind Glas, Grundmasse und Eisenhydroxyd in der Hornblende eingeschlossen gefunden worden. Das Glas ist entweder farblos oder braun gekörnelt. Auch Glaseinschlüsse mit Luftporen sind häufig beobachtet worden. Von deutlichen Krystallen finden sich als Einschlüsse Augit, Feldspath, Glimmer und einige kleine Hornblende-Kryställchen. Ueberhaupt liebt es die Hornblende, um andere Krystalle herumzuwachsen.

Besonders schön ist diese Umwachsung um Augit und Glimmer beobachtet worden. Eine Gesetzmässigkeit konnte jedoch nicht festgestellt werden.

Wir kommen jetzt zu denjenigen Umwandlungen der Hornblende, welche unter dem Namen des opacitischen Randes und der Umwandlung in ein Pyroxen-Magnetit-Aggregat bekannt sind. Diese Erscheinung ist in den untersuchten Gesteinen weit verbreitet. Dabei fällt es sofort auf, dass dieser Rand bei der grünen Hornblende nur in ganz geringem Maasse vorhanden ist. Meistens ist dieselbe ganz frisch und zeigt keine Spur einer Umwandlung. Nur in ganz wenigen Fällen weist ein schmaler Rand von ganz feinen schwarzen Körnchen auf eine secundäre Einwirkung hin. Bei der bräunlichgrünen Hornblende ist diese Erscheinung viel häufiger und wird bei der braunen ganz allgemein.

Die Umwandlung der Hornblende in ein Magnetit-Pyroxen-Aggregat oder in ein Aggregat von Pyroxen-Körnchen allein steht mit der Bildung des opacitischen Randes in engster Beziehung. Bei dieser Umwandlung sind verschiedene Stufen zu erkennen. In dem ersten Stadium hat sie sich auf den äussersten Rand beschränkt. Derselbe stellt entweder eine dichte schwarze Masse, oder ein erkennbares Gemenge von Erz- und Augitkörnchen dar. In dieser Weise sind fast alle in diesen Gesteinen vorkommenden Hornblenden angegriffen, selbst die grünen sind, wie schon oben gesagt, nicht ganz frei davon. Sodann findet eine Differenzirung dahin statt, dass sich um den frischen Kern eine breite Zone von dichtem Erz und darum eine schmale Zone von Augitkörnchen legt, wie es Figur 12 darstellt. Greift die Umänderung nun weiter in das Innere hinein und zwar so, dass ein Gemenge von Erz- und Augitkörnchen entsteht, so differenzirt sich dieses Gemenge in der Weise, dass es nach aussen und nach dem frischen Kerne zu von einer dichten opaken Zone begrenzt wird (Figur 13). Ein Amphibol-Andesit von dem nordöstlichen Rand der Cuicocha vom Abhang des Cerro de los Morroches am Cotacachi ist ganz von derartigen Hornblenden angefüllt. Wird endlich der ganze Krystall umgewandelt, so ist das Resultat ein dreifaches: entweder verwandelt sich der Krystall in ein Gemenge von Erz- und Augitkörnchen, oder er bildet einen dichten Haufen von Erzkörnchen oder einen solchen von Augitkörnchen. In dem letzteren Falle sind jedoch die kleinen Augite meistens mit Feldspathkörnchen gemengt. Trotz aller Umwandlung haben aber die Hornblenden immer ihre Form beibehalten. So zeigt z. B. ein Pyroxen-Amphibol-Dacit der Escaleras-Berge (Rio Taurichupa) die Augitkörnchen in prachtvollster Weise in der bekannten Hornblende-Form angeordnet.

Wie schon oben gesagt, steht die Bildung des opacitischen Randes und die Entstehung des Magnetit-Pyroxen-Aggregates in engstem Zusammenhang. Auch der

dunkle opacitische Rand ist meiner Meinung nach Erz. Wann und unter welchen Bedingungen aber das eine oder das andere zu Stande gekommen ist, darüber kann vorläufig noch nichts Sicheres ausgesagt werden.

Nach Zirkel's Untersuchungen pflegt man die Entstehung des kaustischen Randes aus der Einwirkung des schmelzflüssigen Magmas auf die fertig gebildeten Krystalle zu erklären. Ihm schliessen sich Rosenbusch[1]) und Lagorio[2]) an, von denen aber der erstere die beeinflussende Thätigkeit des Magmas aus der fortwährend steigenden Acidität des Magmas infolge entströmenden Wasserdampfes herleitet, während der letztere das Hauptgewicht auf die „veränderte chemische Zusammensetzung legt, die der noch flüssige Theil durch Ausscheidung einer nachfolgenden Generation von Gemengtheilen erfährt". Sie betonen also hauptsächlich die corrodirende chemische Thätigkeit des Magmas. Im Gegensatz zu beiden steht Küch,[3]) der neuerdings in seiner Arbeit über die vulkanischen Gebirge der Republik Colombia den Opacitrand der Hornblenden zu erklären versucht hat. Er glaubt, dass derselbe das Resultat der durch Wärme hervorgerufenen Umlagerung der Hornblende-Moleküle ist. Als Wärmequelle benutzt er die „theilweise oder vollständige Individualisirung des zu einer bestimmten Zeit der Gesteinsbildung vorhandenen Magmarestes". Ich will nicht abstreiten, dass diese Deutung viele Erscheinungen erklärt, ich glaube aber nicht, dass damit alles klargestellt werden kann. Meiner Meinung nach ist die auflösende und umsetzende Wirksamkeit des schmelzflüssigen Magmas in erster Linie in Betracht zu ziehen, und zwar nicht bloss da, „wo die ursprünglich äusseren Contouren der Hornblende mehr oder weniger verändert erscheinen, da wo die Kränze von Pyroxen und Magnetit in die umliegende Grundmasse förmlich verfliessen, wo sich ferner Feldspath dem Gemenge zugesellt". Warum soll nicht bei einer Auflösung der Hornblende und sofortigen Ausscheidung von Augit- und Erzkörnchen die scharfen Contouren der Krystalle erhalten bleiben? Eine Schwierigkeit liegt bei der Annahme der Erklärung von Dr. Küch in der zonenweisen Ausscheidung des Erzes in der Hornblende vor. Es müsste dann die von aussen in den Krystall eindringende Wärme den Krystall ganz allmählich umsetzen, und es ist nicht ohne weiteres ersichtlich, wie diese Wärme einzelne Zonen des Krystalls umsetzen und die dazwischen liegenden freilassen konnte, wie dies ein Amphibol-Andesit aus dem Hochlande von Tulcan-Rio Chota in so überaus vortrefflicher Weise zeigt (siehe Fig. 14). Ebenso erscheint es danach unmöglich, dass der äussere Rand und der Kern opacitisirt sind, während die dazwischen liegende Zone vollständig frisch ist. Wohl kann man

[1]) Mikroskopische Physiographie. 1887. Bd. II p. 660.
[2]) Mineralog. u. petrogr. Mitth von G. Tschermak. 1887. Bd. VIII p. 463.
[3]) R. Küch: l. c. (Colombiagesteine) p. 58.

dies aber verstehen, wenn man die corrodirende Thätigkeit des Magmas als Ursache annimmt. Jede Zone bedeutet eine Unterbrechung im Wachsthum des Krystalls. Dabei kann es nun vorkommen, dass ein solcher Krystall, nachdem er vom flüssigen Magma mit einem Opacitrande versehen war, an eine andere Stelle des Magmas gebracht wurde und dort weiter wuchs. Durch öfteres Wiederholen dieses Vorganges entstanden dann Krystalle, deren Zonen abwechselnd durch Erzkörnchen schwarz gefärbt sind, wie sie wiederholt an schönen Beispielen beobachtet werden konnten. Auch die corrodirten Hornblenden als Einschlüsse im Quarz und Feldspath lassen sich hierdurch erklären. Es sind in diesem Falle Quarz und Feldspath um die corrodirten Hornblenden herumgewachsen. Allerdings will ich nicht abstreiten, dass hierfür die Küch'sche Erklärung, eine Wärmewirkung durch den Feldspath hindurch, auch ihre Berechtigung hat.

Wohl zu unterscheiden von der soeben besprochenen Thätigkeit des Magmas ist diejenige, welche in einem völligen Aufzehren der Hornblende-Substanz besteht. Es bieten sich hierfür prächtige Beispiele dar. Die Einbuchtungen der Grundmasse von einer Seite aus sind manchmal so gross, dass an den andern Seiten nur der schmale äussere Rand stehen geblieben ist. Dies sind meiner Meinung nach keine Wachsthumserscheinungen, wie Dr. Küch[1]) die Mehrzahl dieser Dinge erklären will, sie sind vielmehr auf die corrodirende Thätigkeit des Magmas zurückzuführen.

Verwitterungserscheinungen sind im Allgemeinen bei den Hornblenden selten. Nur in wenigen Fällen konnten dieselben constatirt werden: an einem Amphibol-Biotit-Dacit des Yana-Uren del Piñan und an einem Amphibol-Biotit-Dacit aus dem Rio del Hospital, Piñan. In dem ersten Handstück hat sich die Hornblende grösstentheils in eine grünliche stark polarisirende Masse umgewandelt, in welcher kleinere Erzkörner eingebettet liegen.

Glimmer.

Der in den untersuchten Gesteinen vorkommende Glimmer ist ein dunkler Magnesiaglimmer. Makroskopisch ist er sehr selten zu erkennen. Nur in einigen wenigen Fällen kommt er in 1—3 mm im Durchmesser haltenden, sechsseitigen Tafeln vor, die entweder eine frische schwärzliche, oder eine matte rothbraune Farbe zeigen. Mikroskopisch ist er viel häufiger beobachtet worden. In der grössten Menge ist er in den Amphibol-Daciten zu finden gewesen. Seine Farbe im Dünnschliff ist grünlich oder rothbraun. In dieser Hinsicht scheint er mit der Hornblende in engster Beziehung zu stehen. Denn es ist aufgefallen, dass in Gesteinen mit grüner oder bräunlich-

[1]) R. Küch: l. c. (Colombiagesteine) pag. 61.

grüner Hornblende nur grünlicher Glimmer, in solchen mit rothbrauner Hornblende nur rothbrauner vorkommt. In dem letzteren Falle ist die Unterscheidnng von Amphibol und Biotit oftmals sehr schwierig.

Diese auffallende Aehnlichkeit in der Farbe sowie bezüglich der nachher zu erwähnenden Erscheinung des opacitischen Randes gaben mir Veranlassung, auch Spaltblättchen von dem grünen Biotit, ähnlich wie es bei der Hornblende geschehen ist, in einem Platinschälchen zu glühen.

Ich entnahm die Spaltblättchen einem Amphibol-Biotit-Dacit, der als Gerölle an der Chota-Brücke im Gebiet des Hochlandes von Tulcan-Rio Chota vorkommt. Die Glimmerblättchen wurden eine halbe Stunde lang geglüht. Das Resultat war folgendes: Die makroskopisch schwärzlich aussehenden Glimmerblättchen wurden bronzefarben und nahmen einen schönen Glanz an. Unter dem Mikroskop zeigten die geglühten ursprünglich bräunlichgrünen Blättchen eine schöne orangerothe Farbe. Der Axenwinkel schien sich nicht geändert zu haben. Aus diesen Erscheinungen darf vielleicht geschlossen werden, dass auch in der Natur hin und wieder ein solcher Umwandlungsprozess von grünlichem in bräunlichen Glimmer vor sich gegangen ist, ähnlich wie er bei der Hornblende angenommen war, mit welcher der Glimmer auch in Betreff des opacitischen Randes in auffallender Weise übereinstimmt.

Der Glimmer bildet im Dünnschliff entweder schmale Leisten oder breite tafelförmige Durchschnitte. In einem Amphibol-Pyroxen-Andesit des Gebietes zwischen Tulcan und Ibarra stellt er sich in ganz unregelmässigen hellbraunen Fetzen dar, die durch das ganze Gestein hindurch zerstreut sind. Am häufigsten findet man aber viereckige mit abgerundeten Ecken versehene Durchschnitte. Fast alle Krystalle des Biotits zeigen durch unregelmässige Auslöschung Druckerscheinungen und Stauchungen an. Die langen Leisten sind verzerrt und gebogen, in einem Falle um 46°. — Der Pleochroismus des Biotits ist durchweg sehr stark. Bei der grünlichen Varietät ist der senkrecht zu den Spaltrissen polarisirte Strahl schwarzbraun, der parallel dazu polarisirte hellweisslichgrün. Bei der rothbraunen Varietät erscheint das Präparat hellgelb, wenn die Spaltrisse parallel der Polarisationsebene des unteren Nicols verlaufen, und dunkelrothbraun in der dazu senkrechten Stellung. — Der Winkel der optischen Axen ist nicht sehr gross; bei dem grünlichen Glimmer ist er noch kleiner als bei dem braunen, sodass die Erscheinung dort fast den Eindruck der Einaxigkeit macht. Einschlüsse sind verhältnissmässig selten. Es sind nur Feldspath, Erz und etwas Glas zu nennen.

Sehr häufig trifft man — und hierin zeigt sich eine weitere Uebereinstimmung mit der Hornblende — bei dem rothbraunen Glimmer einen magmatischen Rand an.

Bei dem grünlichen fehlt derselbe vollständig. Der Rand besteht aus einem Gemenge von feinen Augit- und Erzkörnchen. Die ersteren scheinen aber mehr aus der umgebenden Grundmasse herzustammen und nicht das Produkt der magmatischen Corrosion des Glimmers zu sein. Gerade die Form dieses Randes macht unbedingt den Eindruck, als ob sie ihre Entstehung der corrodirenden Thätigkeit des Magmas verdanke. Man sieht vollständig, wie dasselbe kleine Buchten in ihn hineingefressen hat. Zu gleicher Zeit ist auch eine andere Erscheinung gefunden worden, welche dafür spricht. Die Beobachtung hat nämlich gezeigt, dass dort, wo fremde Krystalle, wie z. B. Feldspath, dem Glimmer anliegen, der magmatische Rand fehlt (vergl. Figur 15a und 15b). Meiner Meinung nach hat der Feldspath den Angriff des Magmas verhindert, sodass nur die freien Seiten des Glimmers corrodirt werden konnten. Der Küch'schen Erklärung, nach welcher die Ausbildung des besagten Randes auf eine Hitzewirkung zurückzuführen ist, stehen bei der Deutung solcher Erscheinungen Schwierigkeiten entgegen. Denn wenn die Wärme die in den Feldspathen eingeschlossenen Hornblenden umgewandelt hat, warum hat sich nicht auch beim Glimmer ihre Einwirkung durch den anliegenden Feldspath hindurch gezeigt? Um also eine sichere Erklärung des magmatischen Randes zu geben, müssten noch umfassendere Untersuchungen angestellt werden.

Quarz.

Der Quarz ist ein charakteristischer Gemengtheil der Dacite. Er kommt vielfach auch makroskopisch vor und bildet dann 1—3 mm grosse rundliche glasklare Körner mit deutlich muschligem Bruch und Fettglanz. Die Ausbildung von Dihexaedern ist im Ganzen selten zu beobachten gewesen. Unter dem Mikroskop bildet er rundliche oder viereckige, mit abgerundeten Ecken versehene Durchschnitte. Als Einschlüsse sind besonders die sogenannten Glasdihexaeder hervorzuheben, die in der Regel mit einem Luftbläschen versehen sind. Es konnte beobachtet werden, dass sie bei regelmässiger viereckiger Form des Quarzes so orientirt lagen, dass die Seiten des Einschlusses und des Wirthes parallel liefen. Meist ist das eingeschlossene Glas farblos. In anderen Fällen findet sich braunes gekörneltes eingeschlossen. Durch unzählige farblose Einschlüsse von unregelmässiger Form erhalten die Quarze bei geringer Vergrösserung ein trübes Aussehen. Diese Einschlüsse hellen mit dem Quarz, der sie umgiebt, zusammen auf und beeinflussen seine optischen Wirkungen überhaupt nicht in bemerkenswerther Weise. Es ist dies eine in den porphyrischen Quarzen weit verbreitete Erscheinung. Ich möchte Küch[1]) beistimmen und diese Partikelchen für Glas halten. — In nur wenigen

[1]) R. Küch: l. c. (Colombiagesteine) pag. 54.

Fällen sind Hornblende und Augit als Einschlüsse im Quarz beobachtet worden. Der Augit lag auch nicht unmittelbar im Quarz selbst, sondern wurde von einer breiten Zone braunen Glases umgeben. Es kann sich in diesem Falle deshalb sehr wohl nur um eine Einbuchtung in den Quarz handeln, die infolge der besonderen Lage des Schliffes als Einschluss erscheint, in Wirklichkeit aber mit der Grundmasse zusammenhängt. Deutliche Flüssigkeitseinschlüsse konnten nicht beobachtet werden.

Mechanische Einflüsse äussern sich beim Quarz in erster Linie in Zerberstungen. Die zertrümmerten Theile zeigen aber noch den Charakter des frischen Quarzes. Selten ist eine gewaltsame Verschiebung der kleinsten Theilchen eingetreten, sodass die einheitliche Auslöschung der Körner verloren gegangen ist. — Sehr wohl sind aber beim Quarz die *Wirkungen des Magmas* zu erkennen. Scharf begrenzte Krystalle findet man selten. Fast bei allen ist die äussere Umgrenzung durch Abschmelzen verloren gegangen. In einem weiteren Stadium hat das Magma die Quarzkrystalle ausgebuchtet und ist in die Oeffnungen hineingedrungen, eine Erscheinung, für welche gerade Gesteine des Escaleras-Gebirges und des Piñan prächtige Beispiele bieten (Figur 18).

Im Anschluss an diese Erscheinung erwähne ich die Ausbildung eines *Contactsaumes* aus hellen Augiten, ähnlich der Erscheinung, wie sie oftmals an Einschlussquarzen in basaltischen Gesteinen beschrieben worden ist. Ein grosser, in Figur 16 dargestellter Quarzdurchschnitt erscheint durch magmatische Corrosion verrundet. Die abgeschmolzene Masse hat zur Bildung eines dichten, aus feinen kleinen Augitnadeln bestehenden Saumes Anlass gegeben. Die Spitzen der Augite richten sich nach dem Innern des Quarzes zu. Allem Anschein nach ist der vorliegende Quarz nicht als Einschluss, sondern als Ausscheidung aus dem Magma aufzufassen, schon deshalb, weil das Gestein, vom Gipfel des Yana-Urcu stammend, dort von andern Daciten, also quarzhaltigen Gesteinen, begleitet ist. Es folgt aus dem Obigen der interessante Schluss, dass auch Ausscheidungen aus dem Magma sich zu bestimmten Zeiten wie Einschlüsse verhalten und zu Contactbildungen Veranlassung geben können. Es erinnert diese Erscheinung an die bei den Quarzbasalten beobachtete, bei welcher gleichfalls sich am Quarz des Gesteins Augitsäume gebildet haben.

Olivin.

Der Olivin ist in manchen Andesiten und Daciten aus dem Gebiete des Hochlandes von Tulcan-Rio Chota und der Escaleras-Berge sehr verbreitet. Er kommt in diesen Gesteinen ungefähr den Einsprenglingsaugiten gleich; den Quarz übertrifft er meistens in der Anzahl. Er bildet längliche Durchschnitte mit den Formen ∞ P (110),

$\infty P \breve{\infty}$ (010) oder $\infty P \breve{\infty}$ (010) und $2 P \breve{\infty}$ (021). Häufig stellt er breite, an beiden Enden corrodirte Leisten oder rundliche Körner dar. Auch Andeutungen von Doppeltstiefelknechtform sind beobachtet worden. Er ist vollkommen farblos und tritt zwischen gekreuzten Nicols durch seine hohen Polarisationstöne hervor. Von Einschlüssen ist nur Erz, Brauneisen und Glas zu nennen. Die Spaltbarkeit nach $\infty P \breve{\infty}$ (010) tritt sehr zurück; nur zuweilen ist sie in feinen Rissen angedeutet. Dagegen sind fast in jedem Olivindurchschnitt die Blätterdurchgänge nach der Basis 0 P (001) vorhanden. Sie stellen untereinander ziemlich parallel verlaufende grobe Risse dar.

Die Krystalle des Olivins haben nun vielfach durch das Magma Umänderungen erlitten. Sie wurden abgerundet oder ausgebuchtet, wobei dann das Magma in die Buchten eingedrungen ist. Gerade der Olivin zeigt besonders schöne Corrosionserscheinungen. In einem Falle (Figur 17) ist das Magma parallel den Seiten des Doma $2 P \breve{\infty}$ (021) eingedrungen und hat die Spitze des Krystalls dachförmig abgehoben. Es scheint hiernach, dass die Auflösung des Olivins hin und wieder nach krystallographischen Flächen vor sich geht, eine Erscheinung, wie sie bereits früher von andern Autoren, wie z. B. Bleibtreu[1] und Fromm[2] hervorgehoben worden ist.

Völlig klare und reine Krystalle sind beim Olivin sehr selten, obgleich andrerseits die Verwitterung auch nie einen sehr hohen Grad angenommen hat. Dieselbe äussert sich besonders in einer Ausscheidung von Eisenhydroxyd. Fast bei allen Krystallen ist der Rand strohgelb gefärbt. Von hier und den Spaltrissen aus dringt die Verwitterung in das Innere hinein, und die strohgelbe Farbe geht in ein Orangeroth und Braun über. Es entstehen so schmalere und breitere Bänder von Eisenhydroxyd, die schliesslich den Krystall wie ein Netz durchziehen. Die zwischen ihnen liegende Olivinsubstanz ist frisch und klar. Eine Verwandlung in Serpentin ist nicht beobachtet worden.

Apatit.

Der Apatit ist in den untersuchten Gesteinen selten als frei im Gesteinsgewebe liegender Gemengtheil, also als Einsprengling, gefunden worden. Ich nahm ihn als solchen in zwei Gesteinen wahr, in einem Pyroxen-Andesit von der Brücke des Rio Puntal nahe Rumichaca de Tuza und in einem Amphibol-Biotit-Dacit von der Chota-Brücke am Wege von Tulcan nach Ibarra, beide aus dem Gebiet des Hochlandes von Tulcan-Rio Chota stammend.

In dem letzteren Gestein bildet er farblose, kurz gedrungene Säulen mit pyra-

[1]) Bleibtreu: Beiträge zur Kenntniss der Einschlüsse in den Basalten mit besonderer Berücksichtigung der Olivinfels-Einschlüsse. Z. D. G. G. 1883 Bd XXXV p. 537.

[2]) O. Fromm: Basalte aus der Gegend von Cassel. Z. D. G. G. 1891 Bd. XLIII p. 47.

midaler Endigung, deren Längendurchmesser den Breitendurchmesser nicht viel übertrifft. Die unregelmässig sechseckigen Durchschnitte, senkrecht zur c-Axe getroffen, blieben bei völliger Umdrehung zwischen gekreuzten Nicols dunkel.

In dem andern Gestein bildet der Apatit lange, in der Richtung der c-Axe gestreckte und an den Enden abgerundete Krystalle, die durch feine, staubförmige Interpositionen bräunlich gefärbt sind. Sie sind ausserordentlich deutlich pleochroitisch, wobei die Absorption für $E > O$ ist. Der Durchschnitt erscheint hellbraun, wenn die Polarisationsebene des unteren Nicols parallel der c-Axe verläuft, und dunkelbraun in der dazu senkrechten Stellung. — Im Uebrigen kommt der Apatit, wie erwähnt, nicht selten als Einschluss in andern Mineralien vor.

Erz.

Das in den ecuatorianischen Laven vorkommende Eisenerz ist wohl zum allergrössten Theile **Magnetit**. Oefters scheint dasselbe jedoch auch, seiner schweren Löslichkeit in HCl nach, titanhaltig oder selbst Titaneisen zu sein. Das Erz kommt als Einsprengling und in der Grundmasse vor. Gewöhnlich ist es reichlich vorhanden. Es geht von $^1/_2$ mm im Durchmesser haltenden Individuen bis zu den niedrigsten Dimensionen herab. In der Regel bildet es drei- oder viereckige oder polygonale Formen, oft mit scharfen ausgezackten Rändern. Rundliche Körner sind viel seltener. Zwischen den grossen Einsprenglingen und den feinen Körnchen der Grundmasse finden sich alle Uebergangsstadien. Auffallend ist, dass der Magnetit sich gern in der Nähe der Pyroxene anzusiedeln oder dort wenigstens grössere Dimensionen anzunehmen pflegt. In den grösseren Individuen kommen bisweilen Einbuchtungen von Augit und Grundmasse vor. Der Magnetit ist zumeist eine primäre Ausscheidung aus dem Magma. Zuweilen entsteht er aber auch, wie erwähnt, durch magmatische Resorption aus der Hornblende.

Durch Verwitterung entstandene Mineralien.

Von den durch Verwitterung der Gesteine entstandenen Mineralien sind **Brauneisen**, **Chlorit**, **Serpentin** und **Calcit** zu nennen.

Das **Brauneisen** durchzieht meist in trüben rothen undurchsichtigen Massen das ganze Gestein. Hin und wieder sieht man aber auch orangerothe, durchsichtige Blätter, die ziemlich hohe Polarisationstöne zeigen. Deutlicher Pleochroismus ist nicht zu bemerken. Diese Blättchen können wohl als Eisenglanz gedeutet werden. Oefter noch als im Gesteinsgewebe wird das Brauneisen in den in Einsprenglingsform vorkommenden

Mineralien eingeschlossen gefunden. — Diese Eisenverbindungen sind es, welche die rothe Farbe der Gesteine hervorrufen.

Chlorit und Serpentin kommen in grünlichen und bräunlichen, meist unregelmässig gestalteten Massen vor. An mehreren Stellen findet man aber auch Aggregate, deren einzelne Theilchen aus Sphaerolithen aufgebaut sind, sodass die ganze Masse eines solchen Aggregates zwischen gekreuzten Nicols wie aus kleinen Interferenzkreuzen zusammengesetzt erscheint. Dieselben besitzen positiven Charakter der Doppelbrechung.

Ebenso wie die ebengenannten Mineralien ist auch der Calcit in diesen Gesteinen immer secundär entstanden. Er hat sich besonders auf Klüften und in Buchten angesiedelt. Seine Farbe ist eine gelblichbraune. Zwillingsstreifung nach $-\frac{1}{2}R\,(01\bar{1}2)$ und Bertrand'sche Interferenzkreuze sind in sehr schönen Beispielen zu beobachten gewesen.

Grundmasse.

Die Grundmasse macht in unsern Gesteinen den Hauptbestandtheil aus. In den weitaus meisten Fällen überwiegt sie die Einsprenglinge bedeutend. Was ihre Ausbildungsweise anbelangt, so findet man Uebergangsstadien von dem reinen Glas der Bimssteine bis zur vollkommen krystallinen Ausbildung.

Man kann im Allgemeinen die Grundmasse dieser Gesteine in zwei Hauptgruppen eintheilen, zwischen denen allerdings keine scharfe Grenze zu ziehen ist. Entweder bildet sie mit ihren krystallinen Differenzirungen einen scharfen Gegensatz zu den Einsprenglingen, oder es gehen ihre Bestandtheile durch allmäliges Grösserwerden in die Einsprenglinge über. In dem ersten Falle hat man die typisch porphyrische Ausbildung der Gesteine vor sich, d. h. in einem dichten Teige von Grundmasse liegen scharf getrennt grosse Einsprenglinge. Dies kann je nach der Ausbildung auf verschiedene Weise zu Stande kommen.

Am schärfsten tritt der Gegensatz zwischen Einsprenglingen und Grundmasse hervor, wenn die letztere fast vollkommen glasig erstarrt ist, sodass die Mikrolithen sehr zurücktreten. Zwischen gekreuzten Nicols sieht man dann nur die Einsprenglinge aufhellen, während der Untergrund vollständig dunkel bleibt. Diese Art der Grundmassenausbildung findet man bei den Bimssteinen, wie solche von dem S.- und N.-Rande der Cuicocha-Umwallung (Cotacachi), ferner vom Rio Pizambizi beim Orte Cotacachi und aus der Quebrada zw. Tumbabiro und Rio Cariyaco bei Ingenio (N.-O.-Seite des Piñan) vorliegen.

In einem weiter vorgeschrittenen Stadium besteht die Grundmasse aus Glas, in welchem sich viele krystalline Bildungen ausgeschieden haben. Das Glas überwiegt die

letzteren bei weitem. In der Mehrzahl der Fälle ist es braun gefärbt. Hier ist es wieder das Glas, welches die Einsprenglinge scharf hervortreten lässt. Solche Gesteine haben meist ein schwarzes mattglänzendes Aussehen und erlangen, wenn das Glas in sehr grosser Menge vorhanden ist, deutlichen Fettglanz, wie ihn besonders ein Pyroxen-Andesit zeigt, der auf dem Wege von Puntal nach Pucará gefunden wurde.

Ein ähnliches dichtes, wenn auch etwas helleres Aussehen haben die Grundmassen, welche einen mit Mikrolithen dicht angefüllten Glasteig, den „glasgetränkten Mikrolithenfilz“, darstellen. Die feinen Krystallnädelchen liegen ohne jede Ordnung wirr durcheinander, bilden aber infolge ihrer geringen Grösse in ihrer Gesammtmasse als Untergrund einen scharfen Gegensatz zu den Einsprenglingen. Diese Ausbildungsweise der Grundmasse ist in den hier untersuchten Gesteinen öfters angetroffen worden, wie z. B. in der Lava, welche unterhalb El Tun, am rechten Gehänge des Chota-Thales bei der Brücke am Weg von Tulcan nach Ibarra, ansteht.

Aber wenn es schon hierbei manchmal zu beobachten ist, wie die Einsprenglinge, besonders an ihren schmalen Seiten, ohne scharfe Grenze in die Grundmasse überzugehen scheinen, so ist dies noch mehr bei den Gesteinen der Fall, bei denen die Glasmasse sehr zurücktritt oder fast gänzlich fehlt. Die krystallinen Ausscheidungen liegen dann nicht mehr wirr durcheinander, sondern zeigen meist eine schöne Fluidalstructur. Durch ihre gleichmässige Grösse lassen sie die Einsprenglinge aber immer noch scharf hervortreten. Die Glasbasis zieht sich in diesen Fällen zwischen den krystallinen Bildungen wie ein spärlicher Kitt hindurch.

Wenn nun endlich das Glas gänzlich fehlt, so bilden die Grundmassengemengtheile ein holokrystallines Gemenge. Auch diese Grundmassen zeigen ein gleichmässig dichtes, aber mattes Aussehen und sind makroskopisch von den vorigen nicht zu trennen.

Von diesen Gesteinen, in welchen Grundmasse und Einsprenglinge scharf von einander geschieden sind, unterscheiden sich diejenigen, in welchen die krystallinen Ausscheidungen der Grundmasse durch allmäliges Grösserwerden in die Einsprenglinge übergehen. Makroskopisch ist oft zu beobachten, wie die Einsprenglinge immer kleiner werden, bis sie schliesslich nicht mehr mit blossem Auge zu erkennen sind. Zuweilen nimmt man im Mikroskop die Ausbildung einer mittelgrossen Generation wahr, welche in ihren Grössenverhältnissen zwischen denen der Einsprenglinge und der Mikrolithen steht, sodass diese mittelgrossen Individuen gewissermaassen eine zweite Grundmasse zu bilden scheinen. Die eigentliche Grundmasse ist jedoch das zwischen den Einsprenglingen sich hinziehende, reich mit Krystalliten erfüllte Glas.

Nur in sehr wenigen Fällen ist ein vollständiges **Fehlen der Glasbasis** beobachtet worden. So z. B. bei einem Amphibol-Andesit, welcher an der Chota-Brücke auf dem Wege von Tulcan nach Ibarra ansteht. Die Grundmassengemengtheile sind in diesem Falle zu einer holokrystallinen Ausbildung gelangt und zeigen eine allotriomorphe Begrenzung. Derartige Grundmassen zeigen makroskopisch ein gleichmässiges feinkörniges Gefüge, aus welchem sich einzelne grosse Einsprenglinge abheben.

Was die **krystallinen Differenzirungen der Grundmasse** selbst anbetrifft, so ist bei ihnen keine grosse Verschiedenheit zu verzeichnen. Es ist nur Feldspath, Pyroxen, Erz und zuweilen auch etwas Hornblende zu nennen. Im Allgemeinen muss allerdings gesagt werden, dass der Feldspath der wichtigste und an Anzahl alle andern übertreffende Gemengtheil der Grundmasse ist; in einzelnen Fällen, und zwar besonders bei den Pyroxen-Andesiten, kommt ihm jedoch der Pyroxen an Menge gleich. Bei vorherrschender Glasbasis, zumal wenn dieselbe ungefärbt ist, macht der Feldspath fast allein den Hauptbestandtheil der Grundmasse aus. Die Pyroxene treten hier sehr zurück. Ist die krystalline Ausbildung der Grundmasse aber weiter fortgeschritten, sodass die Basis nur einen spärlichen Hauch zwischen den einzelnen Gemengtheilen bildet, so kommt der Pyroxen dem Feldspath an Menge mindestens gleich, ja in den Grundmassen, die einen glasgetränkten Mikrolithenfilz darstellen, bei denen allerdings die genauere Bestimmung der Mikrolithen zuweilen unmöglich ist, hat man fast den Eindruck, als ob diese Mikrolithen in der Mehrzahl den Charakter des Pyroxens trügen. Ein vollständiges Fehlen des Pyroxens in der Grundmasse ist nirgends beobachtet worden.

Die Hauptform des **Feldspaths** der Grundmasse ist die Leistenform. Sie ist vor Allem in den Gesteinen zu finden, in denen das Glas zurücktritt und die Mikrolithen fluidal angeordnet sind. Hier ist es gerade der Feldspath, welcher die fliessende Bewegung anzeigt. Beim Vorherrschen der Glasbasis werden die Leisten breiter, und es entstehen rechteckige und quadratische Durchschnitte, die indess mit Leisten zusammen, nie für sich allein vorkommen. Der Grund für die verschiedene Ausbildung ist wohl darin zu suchen, dass in dem ersten Falle die nach einer Richtung hinströmende Lava besonders das Wachsthum in dieser Richtung begünstigte, während in dem ruhenden Glasteig eine allseitige Ausbildung möglich war. Gegabelte Wachsthumsformen, wie sie in einem Amphibol-Biotit-Dacit vom Derumbo de Peribuela (Cotacachi) beobachtet wurden, sind im Allgemeinen selten. Die Leisten und Tafeln sind meist vollständig einheitlich; selten sind etliche Zwillingslamellen zu beobachten gewesen. Eine genauere Bestimmung bezüglich des plagioklastischen oder orthoklastischen Charakters durch optische Untersuchungen war aber nicht möglich.

Der Pyroxen bildet lange Säulchen und rundliche Körner. Diese Säulchen werden bei grösserem Vorherrschen des Glases gern schmal und zeigen dann scharfe Begrenzung. Ob in den kleinen Augiten monokliner oder rhombischer Pyroxen vorliegt, konnte ihrer geringen Grösse wegen oft nicht festgestellt werden. In der Mehrzahl möchte ich sie für monoklinen Augit halten. Es wurden aber auch wiederholt Säulchen gefunden, die gerade auslöschten und vielleicht dem Hypersthen zugezählt werden dürfen. Es steht der Annahme, dass der Hypersthen, der als Einsprengling doch ein so häufiger Gast in diesen Gesteinen ist, in der Grundmasse auch vorhanden sei, wohl kein triftiger Grund entgegen. In den durch Eisenhydroxyd gefärbten Gesteinen sind die kleinen Augitmikrolithen orangeroth gefärbt. Sie sind es besonders, welche die rothe Färbung der Gesteine hervorrufen, besonders dort, wo das Glas ungefärbt ist. Die zwischen ihnen liegenden Feldspathe sind vollkommen farblos geblieben.

Das Erz findet sich hauptsächlich in den pyroxenreichen Grundmassen, und zwar in sehr wechselnden Mengen. Zuweilen ist die Grundmasse ganz damit angefüllt, während in andern Fällen nur vereinzelte Körner zu sehen sind. In den glasigen Grundmassen, in welchen fast ausschliesslich Feldspath vorhanden ist, fehlt es ganz oder kommt wenigstens nur in vereinzelten Körnern vor.

Als sehr seltener Grundmassenbestandtheil ist die Hornblende zu nennen. Meistens findet sie sich in grösseren Individuen, wie z. B. in dem Amphibol-Andesit von Puente del Allyaco, Weg von Ingenio nach Cachimbiro (Piñan). In der eigentlichen Mikrolithenform ist sie sehr selten, wenigstens bin ich mehr geneigt, die braunrothen Mikrolithen der Amphibol-Andesite beziehungsweise -Dacite wegen ihres mangelnden Pleochroismus für gefärbte Augite zu halten.

In letzter Linie wäre die Basis selbst zu besprechen. In den meisten Gesteinen bildet sie ein farbloses Glas, das sich entweder nur als dünner Hauch zwischen den Mikrolithen hinzieht oder den Hauptbestandtheil des Gesteins bildet. Am schönsten findet es sich in denjenigen Gesteinen, in welchen der Pyroxen als Grundmassengemengtheil zurücktritt, wie es in einem Amphibol-Biotit-Andesit des Piñan der Fall ist. Dieses farblose Glas wird nun allmälig dunkler und nimmt in vielen Pyroxen-Andesiten eine deutliche braune Färbung an. Wenn es auch nicht möglich ist, das Vorkommen des farblosen und braunen Glases als von den Grundmassengemengtheilen abhängig hinzustellen, so kann man doch behaupten, dass sich das braune Glas besonders in den pyroxenreichen Grundmassen vorfindet. Bei ihnen beobachtet man besonders schön die bekannte Erscheinung, dass sich das Glas gern in Buchten zwischen den Krystallen anzusammeln pflegt. Die krystallinen Gebilde treten hier sehr zurück; man beobachtet aber oft Entglasungsprodukte in Form von Globuliten und Longuliten. Solch ein typisches

Glas bietet besonders schön das Gestein dar, welches in der Nähe von Puntal auf dem Wege von Tuza nach dem Rio Chota von losen Blöcken geschlagen wurde. Es ist dies eine dichte schwarze Lava mit schönem Fettglanz. Das in den Buchten angesammelte Glas zeigt immer eine dunklere Farbe als das umgebende, eine Erscheinung, die wohl durch das Fehlen der eisenhaltigen Ausscheidungen, Augit und Magnetit, hervorgerufen sein mag, wie wenigstens folgendes, in Figur 19 dargestelltes Beispiel vermuthen lässt: In einem Pyroxen-Andesit aus der Quebrada zwischen Huaca und Tuza hat sich in den Buchten der grösseren Feldspatheinsprenglinge dunkelbraunes Glas in grösserer Menge abgesondert. Die eine Seite dieser Glasmasse wird von einem grösseren Augitkrystall begrenzt; mitten in dem Glase liegen einige kleine Augitmikrolithen. Diese sowohl wie die an dem Glase liegende Seite des grossen Augitkrystalls sind von einem Krystallisationshof von farblosem Glase umgeben, sodass hier das farblose Glas in das braune übergeht. Das Glas der Grundmasse ist farblos. In ihm liegen wie ein dichter Filz Feldspath-, Augit- und Erzmikrolithen. Das braune Glas ist rasch erstarrt und hat keine Zeit gehabt, sich vollständig krystallinisch zu differenziren. In dem Glase der Grundmasse haben die eisenhaltigen Augitmikrolithen ebenso wie die Magnetitkörnchen die färbende Eisensubstanz in sich aufgenommen und das Glas entfärbt, wie dies die kleinen Augitmikrolithen mit dem sie dicht umgebenden braunen Glase gethan haben. In dem braunen Glase fehlen die in der Grundmasse so zahlreichen Magnetitkörnchen. Nur in den kleinen Augitmikrolithen sieht man etliche feine schwarze Körnchen.

Wenn man die Reihen der hier untersuchten Gesteine überblickt, so fallen sofort die Handstücke ins Auge, welche nicht einfarbig sind, sondern auf dunklem Grunde rothe Bänder und Flecke zeigen. Es repräsentiren diese Stücke die sogen. Piperno- oder eutaxitische Structur. Die Bänder zeigen verschiedene Breite und Form. Manchmal sind sie schmal und liegen zu mehreren nebeneinander, während sie in andern Fällen breite unregelmässige Flecke bilden. An einem Amphibol-Andesit ist die eine Hälfte vollständig roth und die andere grau. Ich glaube, dass diese Erscheinungen durch eisenhaltige Infiltrationen entstanden sind. — Dass diese eisenhaltigen Gewässer aber die Gesteine in so wechselnder Weise gefärbt haben, liegt in der verschiedenartigen Structur der Grundmasse begründet. Auch an einfarbigen Gesteinen bemerkt man oft einen Wechsel in der Ausbildung. Mitten in glasiger Basis liegen zuweilen rundliche Flecke mit zahlreichen Feldspathen in der Grundmasse. Je mehr Glas ein Gestein enthält, um so dichter ist es und um so weniger Angriffspunkte bietet es den Atmosphärilien dar. Es ist also klar, dass die letzterwähnten, an Feldspath reichen und deshalb glasärmeren Stellen sich eher färben werden wie die glasigen. Die Färbung erfolgt auf zweierlei Art: entweder werden nur die Augite der Grundmasse durch das Eisenhydroxyd orange-

roth gefärbt oder auch das Glas selbst. Das erstere ist der häufigere Fall. In den meisten makroskopisch röthlich aussehenden Gesteinen sind nur die Angite gefärbt. Ein sehr schönes Beispiel dafür bietet ein Amphibol-Biotit-Dacit der Escaleras-Berge aus dem Derumbo an der rechten Seite des Perugache-Thales. Die Structurverschiedenheit der Glasbasis, die sich durch eine verschiedene Färbung derselben offenbart, ist aber eine so ausserordentlich feine, dass sie selbst mit der stärksten Vergrösserung nicht wahrgenommen werden konnte. Und dennoch mnss sie vorhanden sein; denn es läge ja sonst kein Grund vor, weshalb die Eisenlösung nicht das Glas durchweg gleichmässig gefärbt haben sollte. Am dentlichsten findet sich diese Erscheinnng in den Gesteinen mit brauner Glasbasis, so z. B. besonders schön in einem Pyroxen-Andesit vom Grunde des Hondon de Chnmaví am Cotacachi und in einem Amphibol-Pyroxen-Andesit vom Hochlande von Tulcan-Rio Chota unterhalb El Tnn an der rechten Seite des Chota-Thales.

Schliesslich wird eine weitere Strukturverschiedenheit dadurch hervorgerufen, dass sich staubförmige Erzpartikelchen an gewissen Stellen in ungeheurer Menge angesammelt haben. Es entstehen so fast vollkommen nndurchsichtige Parthien. In dem von dem ebengenannten Cotacachi-Gestein angefertigten Schliff sind gelbe, braune und schwarze Flecke vorhanden.

Ausscheidungen und Einschlüsse.

Dieser allgemeinen Uebersicht über die in den Laven des Hochlandes zwischen Tulcan und dem Rio Chota, ferner des Piñan, Cotacachi und der Escaleras-Berge vorkommenden Mineralien soll sich nun eine Darstellung der localen Ausscheidungen nnd der Einschlüsse anschliessen. Die von Herrn Dr. Reiss der mineralogisch-petrographischen Sammlung der Universität Berlin geschenkte Serie enthält ungefähr 10 solcher Handstücke. In den Sammlungen der Herren Dr. Reiss nnd Dr. Stübel fand sich noch eine bedentende Anzahl anderer, die meistens in den folgenden Untersuchungen verwerthet worden sind.

Lokale Ausscheidungen.

Beim Durchsehen von Sammlungen ecnatorianischer Laven fallen einem oft Stücke in's Ange, die einen ganz anderen änsseren Habitus besitzen, wie man ihn gewöhnlich bei den Laven zu sehen gewöhnt ist. Die porphyrische Structur ist verschwunden nnd an ihre Stelle mehr die körnige getreten. Die Grösse dieser Ausscheidungen wechselt sehr; man findet sie von mikroskopisch kleinen bis über fanstgrossen Stücken. Die obere Grenze geht häufig über die gewöhnliche Grösse der Handstücke hinaus nnd

lässt sich infolge dessen schlecht beurtheilen. — In der Regel sind es helle Gesteine, da fast immer der Feldspath der vorherrschende Gemengtheil ist. Je nachdem sich in ihnen zum Feldspath Pyroxen beziehungsweise Erz einerseits, oder Hornblende andrerseits zugesellt, ist ihre Farbe eine graue oder mehr röthliche.

Die mineralogische Zusammensetzung der Ausscheidungen richtet sich nach der des umgebenden Gesteins. Meistens finden wir alle Mineralien des letzteren in der Schliere vertreten. Auch der Quarz macht hiervon keine Ausnahme; er wurde in der Ausscheidung eines Amphibol-Biotit-Dacites des Piñan (vom steilen Abstieg nach Pucará de Reyes) beobachtet.

Ausscheidungen wurden in allen Unterabtheilungen der Andesite und Dacite mit Ausnahme der Amphibol-Pyroxen-Dacite gefunden. Sie stammen vom Cotacachi und Piñan. Hauptsächlich von letzterem Bergzuge liegt eine grosse Anzahl von Handstücken mit localen Ausscheidungen vor.

Der Feldspath ist in allen Ausscheidungen vorherrschend. Als schärfster Unterschied zwischen ihm und dem Feldspath des Hauptgesteins muss das häufige Fehlen der Zwillingslamellen und der Zonarstructur genannt werden. Dies ist besonders dann der Fall, wenn die Feldspathe kleinkörnig werden. In einem Amphibol-Dacit des Piñan und in einem Amphibol-Pyroxen-Andesit des Cotacachi dagegen sind die grossen allotriomorphen Feldspathe ganz mit Albit- und Periklinlamellen angefüllt. Zonarstructur ist aber nur in ganz wenigen Fällen beobachtet worden. Die Einschlüsse im Feldspath sind dieselben wie in den Feldspathen des Muttergesteins. Vielfach sind dieselben so reich an Glas, dass ihre Substanz wie ein Spiegelrahmen nur einen mehr oder weniger breiten Rand um die Glasmasse bildet. — In reichlich mit Glas versehenen Schlieren gelangt der Feldspath häufig zu krystallographischer Begrenzung, die unregelmässige Ausbildung ist aber die häufigere.

Die Pyroxene sind als Augit und Hypersthen vertreten. Beide kommen in grossen Krystallen und kleinen rundlichen Körnern vor und zeigen dieselben Eigenschaften wie die Pyroxene des Muttergesteins. Das Mengenverhältniss zwischen Augit und Hypersthen scheint dasselbe wie im Muttergestein zu sein.

Ueber die Hornblende und den Glimmer ist nicht viel zu sagen. In den Amphibol-Ausscheidungen kommt die Hornblende sowohl in der grünen, als auch besonders in der braunen Varietät vor. Sie wie der Glimmer stimmen in ihren charakteristischen Merkmalen ganz mit den Amphibolen und Biotiten des Muttergesteins überein. Häufig ist in den Ausscheidungen bei den Hornblenden die Zwillingsbildung nach dem vorderen Pinakoid $\infty P \infty$ (100) in Form einer das ganze Individuum durchsetzenden Lamelle beobachtet worden.

Neben dem braunen Apatit, der nur in einem Beispiel in einem Pyroxen-Amphibol-Andesit gefunden wurde, sind noch zwei Mineralien zu nennen, die fast ausschliesslich in den Ausscheidungen beobachtet worden sind. Es ist dies der Zirkon und der Tridymit. Der erstere, der in zwei Amphibol-Andesiten des Piñan zur Ausscheidung gelangt ist, stellt entweder lange Säulen mit pyramidaler Zuspitzung oder kurzgedrungene Krystalle dar. Seine zur Längsaxe orientirte Auslöschung, sein positiver Charakter der Doppelbrechung und seine hohen Polarisationstöne lassen ihn leicht als Zirkon erkennen. Sehr auffallend ist es aber, dass der Tridymit, dessen häufiges Vorkommen in den südamerikanischen Laven vielfach hervorgehoben wird, in den untersuchten Gesteinen so selten ist. Ich habe ihn, abgesehen von einem Beispiele, wo er in einem Amphibol-Andesit beobachtet wurde, nur in drei Ausscheidungen des Piñan gefunden. Er ist meistens ein Drusenmineral und stellt ein dachziegelförmiges schuppiges Aggregat von ausserordentlich geringer Doppelbrechung dar. Die Gesteine, in welchen er vorkommt, lassen keine Umwandlungserscheinungen erkennen, und man kann daher annehmen, dass der Tridymit auch aus dem Gesteinsmagma selbst, allerdings als einer der letzten Gemengtheile, sich herausgebildet und kleine vorhandene Drusen ausgefüllt hat.

Die verschiedene Structur der Ausscheidungen wird durch das Vorhandensein oder Fehlen des Glases hervorgerufen. In den meisten Fällen dient das Glas als Verkittungsmasse für die grossen Krystalle. Wenn dieselben an Menge zurücktreten und das Glas vorherrschend wird, so geht die Structur in das Porphyrische über und die Ausscheidungen ähneln dann sehr den Muttergesteinen. Die zwischen den grossen Krystallen vorhandenen Lücken sind mit klarem braunem Glase ausgefüllt. Makroskopisch zeigen derartige Gesteine ein körniges Aussehen. Nur durch das Vortreten besonders grosser Krystalle werden wir an die porphyrische Structur erinnert. Dieser Eindruck schwindet aber vollständig in den Ausscheidungen, in denen das Glas sehr zurücktritt oder gänzlich fehlt. Wir finden hier fast die granitisch körnige Structur der Tiefengesteine wieder. Die Gemengtheile sind allotriomorph ausgebildet. Nur in Buchten, wo sich das Glas in grösserer Menge angesammelt hat, zeigen die kleineren Krystalle die für sie charakteristischen Formen. Die Trennung zwischen Muttergestein und Ausscheidung ist so scharf, dass man idiomorphe und allotriomorphe Ausbildung an ein und demselben Krystall finden kann, je nachdem er in die Grundmasse des Muttergesteins oder in die Ausscheidung hineinragt. Durch die auffallend gleiche Grösse der kleineren Individuen, aus denen einige grössere hervorragen, entsteht eine pseudoporphyrische Structur. Es ist bemerkenswerth, dass der Feldspath stets die Rolle der kleineren Gemengtheile übernimmt, in welchen grosse Augite und Hornblenden eingebettet liegen. — Das Auffallendste hierbei ist jedoch, dass die zuletzt beschriebene

Ansbildung in eine Parallelstructur übergehen kann. Es liegen dann die Gemengtheile nicht mehr wirr durcheinander, sondern es wechseln Lagen von Feldspath und Lagen von Hornblende beziehungsweise Erz miteinander ab. Von dieser Ausbildungsweise liegen zwei Handstücke vom Cotacachi und ein drittes vom Piñan vor. Gesteine dieser Art erinnern makroskopisch wie mikroskopisch lebhaft an die Structur der krystallinen Schiefer.

Einschlüsse.

Zuweilen finden sich in den Laven fremde Gesteine eingeschlossen. Wenn diese dasselbe Material wie die Lava darstellen, so kann man Ausscheidungen und Einschlüsse oft gar nicht von einander unterscheiden. Als Einschlüsse müssen aber unbedingt diejenigen angesehen werden, welche einen ganz andern Charakter, z. B. den der Tiefengesteine oder der Sedimente tragen. Diese erleiden durch die Lava eine Umänderung dahin, dass sie entweder eine glasige Rinde erhalten, oder ganz und gar gefrittet werden.

Zwei solcher fremder Einschlüsse fand ich unter den Gesteinen des Cotacachi. Dieselben waren in der Schuttbalde oberhalb Tiocungo aufgelesen worden. Es sind beides umgewandelte Sandsteine von rother und weisser Färbung. An dem rothen Stück ist die Rinde 1 cm breit vollständig umgewandelt worden. Im Innern erkennt man noch deutlich den quarzitischen Habitus der Einschlüsse.

Auftreten der beschriebenen Gesteine in der Natur.

An die mineralogisch-petrographische Beschreibung der im nördlichen Theile der ecuatorianischen Andes gesammelten Gesteine schliesse ich nun eine Zusammenstellung, welche im Anschluss an ihre geographische Vertheilung die einzelnen Vorkommen näher charakterisiren soll.

1. Hochland von Tulcan-Rio Chota.

Wenn man von Colombia aus die westliche Kette der ecuatorianischen Cordillere bereist, so betritt man zuerst das grosse Hochland, welches sich zwischen Tulcan und dem Rio Chota ausdehnt. Der grössere Theil der aus diesem Gebiet vorliegenden Handstücke besteht aus Pyroxen-Andesit. Im nördlichsten Theil, bis zur Quebrada vor dem Orte Puntal (2672 m), scheint ein dichter schwarzer Pyroxen-Andesit vorzuherrschen, aus dessen schwarzer Grundmasse trübe weissliche Feldspathe und schwärzlichgrüne Pyroxene hervorragen. Zuweilen sind diese Gesteine von einer weissen beziehungsweise gelblichen Verwitterungsrinde umgeben. Von dem Gestein des Alto de Pucará (3122 m), welches einen grauen, reichlich mit Feldspathen und schwarzen Augiten erfüllten Pyroxen-Andesit darstellt, ist das eine der vorliegenden Handstücke von den andern durchaus verschieden. Es ist etwas heller und zeigt sehr schöne grüne Olivine, die den andern Handstücken desselben Fundpunktes vollständig fehlen. Das auf dem Wege von El Posta (ca. 3000 m) nach El Tun (2395 m) am rechten Abhang des Chota gefundene Gestein ist ein schwarzer Pyroxen-Andesit mit wenig hervortretenden Einsprenglingen von Feldspath und Pyroxen. Unterhalb El Tun tritt in mächtigen Blöcken ein hellgraues Gestein auf, welches grosse Einsprenglinge

von Feldspath zeigt und sich unter dem Mikroskop als ein Pyroxen-Amphibol-Andesit herausstellt. Eine Abart davon von demselben Fundort stellt ein schmutzigrothes dichtes Handstück dar, welches makroskopisch Feldspath, Augit und kleine glänzende Hornblende-Säulchen erkennen lässt. Die bei S. Vicente am rechten Ufer des Chota vorkommende Lava, welche den dritten in diesem Gebiet vorkommenden Amphibol-Pyroxen-Andesit darstellt, ist schmutziggrau und ziemlich verwittert. An Einsprenglingen erkennt man darin nur Feldspathe.

Nach dem Rio Chota zu werden die Andesite wieder dunkler. An der Chota-Brücke (1532 m) sind mehrere Gerölle gesammelt worden, von welchen zwei Pyroxen-Andesite von schmutziggrüner beziehungsweise -brauner Farbe sind. Beide lassen deutlich Augite und grössere Feldspathe hervortreten. In dem letzteren Handstück sind die Feldspathe braunroth gefärbt. Auch ein Amphibol-Dacit ist hier als Gerölle gefunden worden. Es ist ein hellgraues Gestein mit deutlichen Feldspathen, Hornblenden, Quarzen und Glimmerblättchen. Mikroskopisch ist noch Apatit in reicher Menge zu bemerken gewesen. Als anstehend an der Chota-Brücke wurde ein schmutziggrauer, ziemlich dichter Amphibol-Andesit bezeichnet. Es ist dies das einzige unter den hier untersuchten Gesteinen, dessen Grundmasse ein körniges Gefüge angenommen hat. Auch am linken Gehänge des Chota wurden Blöcke gefunden, die in ihrer hellgrauen Farbe und ihrem sonstigen Habitus mit dem oben genannten Gestein von El Tun deutlich übereinstimmen.

Die in dieser Arbeit untersuchten alten Gesteine sind grösstentheils an der Chota-Brücke als Gerölle gefunden worden. Wenigstens ist dies bei den beiden Gneisen, dem hellen Glimmerschiefer und einem Diorit der Fall. Von den beiden dunklen Glimmerschiefern stammt der eine von der Brücke des Rio Puntal (ca. 2700 m) nahe Rumichaca de Tuza und der andere von dem linken Gehänge in der Höhe von Casas del Chota (1550 m).

Erwähnen will ich zuletzt noch einen Kalksinter von Rumichaca de Tuza. Es ist dies ein schönes weisses Gestein, das an den Aussenseiten und auf Sprüngen verwittert und infolge dessen gelb gefärbt ist. Dieses marmorartige Gestein ist durch Quellabsatz entstanden und hat sich nach und nach über den Fluss hinweggeschoben, sodass eine natürliche Marmorbrücke entstanden ist in ähnlicher Weise, wie sie Scrope[1]) bei Clermont beschrieben hat.

---

[1]) G. Poulett Scrope: The Geology and extinct Volcans of Central France. Sec. Ed. London 1858, p. 22.

2. *Piñan.*

In dem Gebiet des Piñan treten die dunklen Pyroxen-Andesite sehr zurück. Nur etwa ein Viertel der ganzen Piñan-Gesteine sind denselben zuzurechnen. Das Geröll vom Rio Cariyaco (2317 m) stellt einen typischen schwarzen Pyroxen-Andesit dar. Ein anderes Gerölle ebendaher bildet ein hellgraues Gestein mit vielen weissen Feldspathen und bis 1 cm grossen Augiten. Die Grundmasse tritt sehr in den Hintergrund. Der schwarze Pyroxen-Andesit von Puente de St. Rosa am Rio Chota (1520 m) mit kleinen Feldspathen und Pyroxenen zeigt eine dichte schwarze Ausscheidung. Auch vom Rio Cachiyaco bei Baños de Cachimbiru (2534 m) besitzen die Gesteine mehr eine dunklere Farbe. Sie enthalten zum Theil Amphibol und stellen Amphibol-Pyroxen-Andesite dar, von welcher Gesteinsart mehrere Handstücke vorliegen. In der Hauptmasse besteht der Piñan aus hellen Amphibol-Biotit-Andesiten beziehungsweise Daciten. Aus dem Derumbo, welcher 1868 die Hacienda del Hospital verschüttete, sind zwei Amphibol-Biotit-Dacite aufgelesen worden, von denen der eine weisslich, der andere roth ist. Beide zeigen schöne bis 4 mm grosse Feldspathe und kleine Quarzkörner. Das weissliche Gestein lässt auch Glimmer in kleinen Blättchen hervortreten. Die Lava von S. Miguel (3481 m) besteht aus einem grauen mit grossen Augiten und kleineren Feldspathen durchsetzten Gestein, das in einem andern Handstück in eine schwärzlichgraue Abart übergeht, aus welcher weissliche sehr kleine Feldspathe hervorragen.

Das Hauptgestein dieses Gebietes macht das Gipfelgestein des Yana-Urcu (4556 m), ein Amphibol-Biotit-Dacit, aus. Es ist dies ein hellgraues bis gelbliches dichtes Gestein mit kleinen sehr zurücktretenden Feldspathen, grossen Glimmertafeln und kleineren Quarzkörnern. Durch secundäre Umänderung hat es bisweilen eine rothe Farbe angenommen. In dem Sattel zwischen dem Ost- und West-Gipfel des Yana-Urcu (4358) ist es mehr in's Dunkelgraue übergegangen. Auch die aus dem Derumbo des Westgipfels gesammelten Gesteine zeigen dasselbe Aussehen.

Die Laven von Pucará (3615 m) am steilen Abstieg nach der Quebrada de Pucará de Reyes (3331 m) sind graue mitteldichte Amphibol-Pyroxen-Dacite mit schönen grossen Feldspathen. Das eine Handstück ist stark verwittert. Aus diesem Gebiet stammen auch zwei rothe Lavaarten, von denen jede eine blaugraue Ausscheidung enthält. Die Structur der ersteren erinnert an diejenige der krystallinen Schiefer; die zweite bildet eine feinkörnige Grundmasse von Feldspath und Hornblende, aus welcher grössere Feldspathe und kleinere Biotitblättchen hervorragen. Aus der Quebrada zwischen Tumbabiro und Rio Cachiyaco bei Ingenio liegen hellgraue Gesteine vor,

von denen das eine dunklen Glimmer und Qnarz führt. In dem andern ist der Glimmer durch Verwitterung hellgelblich geworden. Ebendaher stammt auch der oben erwähnte grossporige weisse Hornblende-Bimsstein. Als Gerölle ans dem Rio Cruzcacho bei Cahuasquí (2129 m) liegen ein hellgraner und ein schwärzlicher Pyroxen-Andesit, ein hellgraner Amphibol-Pyroxen-Andesit und ein lichtröthlicher mit grossen Feldspathen, braunen Hornblenden und Glimmern versehener Amphibol-Biotit-Andesit vor. Die graue, glänzende Hornblendeleisten enthaltende Lava von Cachimbirn zeigt eine 4 cm breite rothe Verwitterungsrinde. Die Lava von Puente del Allyaco, Weg von Hacienda del Ingenio (2094 m) nach Cachimbiru (2534 m), ist ein schwarzer Hornblende-Biotit-Andesit mit vielen klaren Feldspathen, schwärzlichen Hornblenden und frischen Glimmerblättchen. Das Gestein ist auf der Oberfläche vielfach leicht verwittert.

Von alten Gesteinen enthalten die Sammlnngen eine Anzahl Handstücke ans der Gegend des Piñan, welche theils anstehendem Gestein entnommen sind, theils als Gerölle in den Flüssen gefunden wurden. In dem Rio Cariyaco ist ein grünlicher Diabasporphyrit mit Kalkmandeln aufgelesen worden, und ebendaher, vom Aufstieg von Rio Cariyaco nach El Balcon in ca. 3000 m Höhe, stammt ein dichter schmntziggrüner Diabas, der daselbst ansteht. Das Geröll ans dem Rio Chota von Puente de St. Rosa (1520 m) bei Salinas ist ein heller grobkörniger Diorit mit vielen Feldspathen und schwarzen Hornblendeleisten, auf deren Blätterdurchgängen sich öfters Biotit ansgeschieden hat. Mitten auf dem Handstück liegt eine feinkörnige schwarze Schliere, welche dieselben Mineralien enthält wie das Hanptgestein.

Das dichte tiefschwarze Gestein vom Rio Cariyaco bei Hospital hat sich bei mikroskopischer Untersuchnng als ein kalkdurchtränkter Kieselschiefer herausgestellt. Beim Betupfen mit HCl nimmt man ein deutliches Aufbrausen wahr. Auf Klüften und Sprüngen hat sich reiner Kalk ausgeschieden.

3. *Cotacachi.*

Das an Pyroxen-Andesiten reichste Gebiet stellt der Cotacachi dar. Von den hier gesammelten Handstücken gehören ca. 70% den Pyroxen-Andesiten, 7% den Amphibol-Pyroxen-Andesiten, 18% den Amphibol-Andesiten und nur 5% den Amphibol-Daciten an.

Auf der Felsnmwallung der Cuicocha (ca. 3100—3500 m) sind Pyroxen- und Amphibol-Andesite gefunden worden. Die ersten unterscheiden sich änsserlich durch ihre Farbe. Während das Handstück vom Süd-Rande der Umwallung gran ist und kleinere Feldspathe und Pyroxene hervortreten lässt, stellt sich das Handstück vom

Nord-Rande als ein Gestein mit dichter ziegelrother Grundmasse dar, in welcher man ganz kleine weisse Feldspathe und dunkelgrüne Pyroxene erkennt. Das dritte Handstück ist schwärzlichgrau nnd zeigt sehr schöne kleine grüne Olivine. — Auch die Amphibol-Andesite sind vollständig von einander verschieden. Sie sind grau und röthlich und zeigen schöne klare Feldspathe nnd kleine Hornblendekörnchen. Auf dem Südrande der Umwallung wurden mehrere gelblichweisse Bimssteine mit kleinen schwarzen Hornblendesäulchen aufgefunden. Weitere Fundorte für Cotacachi-Gesteine bildeten die Umwallung und der Grund des Hondon de Chumaví (3688 m). Von der ersteren stammen dichte grane Pyroxen-Andcsite, die nur kleine Feldspathe und grössere schwärzliche Pyroxene erkennen lassen. In dem Grunde des Hondon herrschen die Amphibol-Andesite vor. Es sind schwärzliche und schmutzig röthliche, ziemlich dichte Gesteine mit deutlich hervortretenden Feldspathen und Pyroxenen. Ein dunkelgranes Gestein ist ziemlich verwittert und porös geworden. Ein anderes von diesen Gesteinen ist bläulichroth und giebt sich durch eingesprengte schwarze Fetzen als Agglomeratlava zu erkennen. Von den beiden Amphibol-Andesiten zeigt der eine in einer grünlichen dichten Grnndmasse schöne, bis 6 mm grosse Hornblendesäulen. Die Feldspathe treten aber makroskopisch sehr zurück. Ein anderes Handstück zeigt in einer grauen Grundmasse viele grosse Feldspathe und prachtvoll glänzende Hornblendesäulchen, die von $^1/_2$ mm bis zu 5 mm Grösse anwachsen. Die Lava beim Beginn des steilen Aufsticges von der Westseite der Cuicocha nach San Francisco Loma (4162 m) besteht aus einem dichten grauen, durch weissliche Flecke von Feldspathsubstanz unterbrochenen Pyroxen-Andesit. Die mächtige Lava dagegen von San Francisco Loma nahe Tiocungo (4341 m) ist hellgrau und lässt in einer dichten Grundmasse schöne Feldspathkrystalle und vereinzelte Pyroxene hervortreten.

Von der Lava von Tiocungo liegen mehrere Handstücke vor. Es sind Pyroxen-Andesite, die bei derselben mikroskopischen Znsammensetzung doch äusserlich sehr verschieden anssehen. Das erste zeigt in einer dnrch Eisenhydroxyd roth gefärbten Grundmasse viele weisse Feldspathe nnd dnnkelgrüne Pyroxene. Das andere Gestein ist gran und ziemlich dicht. Die darin liegenden Feldspathleisten sind sehr klein. Nicht ganz so dicht und etwas heller in der Farbe ist die Lava, welche auf dem von Tiocuugo zum Gipfel des Cotacachi führenden Grate gefunden wurde. Die verwitterte Varietät dieser Lava liegt in einem gelblichbrannen Handstück vor. Die Verwitterung hat besonders die Grundmasse betroffen; die Feldspathe und Pyroxene sind nicht angegriffen. Sehr eigentbümlich ist eine mächtige Lavamasse desselben Fundortes. Dieselbe stellt ein schwarzes, mit hellen Feldspathen reichlich versehenes Gestein dar. In ihrem inneren Theile treten die Feldspathe sehr zurück und das Gestein wird sehr dicht. Alle diese

Laven von Tiocungo gehören den Pyroxen-Andesiten an. Aus der Schutthalde oberhalb Tiocungo stammen sehr verschiedenartige Gesteine, die alle der Gipfelpyramide des Berges angehören (Gipfel des Cotacachi 4966 m). Besonders sind ein dunkelrother, mit schwarzen Flecken versehener schlackiger Pyroxen-Andesit, jener schwarze, mit Hyalitkugeln bedeckte Pyroxen-Andesit und die beiden oben beschriebenen Einschlüsse von Sandstein zu erwähnen.

Auf der Cuchilla von Tiocungo selbst steht ein typischer schwarzer Pyroxen-Andesit an, aus dessen schwarzer Grundmasse helle glasige Feldspathe hervorragen. Es liegen davon verschiedene dichte Handstücke vor. Das poröseste Gestein zeigt bräunliche, durch Verwitterung entstandene Flecke. In einem andern Handstück ist das ganze Gestein durch Verwitterung grau gefärbt worden. Anstehend an der N.W.-Seite der grossen Schutthalde oberhalb Tiocungo wurde ein typischer schwarzer dichter Pyroxen-Andesit mit glasigen Feldspathleisten und einigen grösseren dunkelgrünen Pyroxenen gefunden.

Das untere Ende des grossen Putujurá-Derumbo von 1868 bei Topo bajo führt hauptsächlich Pyroxen-Andesit, der bisweilen, durch Eintreten von Hornblende in die Zusammensetzung, in Amphibol-Pyroxen-Andesit übergeht. Dieses Gestein ist hellgrau und ziemlich dicht und zeigt neben kleinen matten Pyroxenkörnern schöne grosse Hornblendekrystalle. In einem ähnlichen, mehr ins Gelblichgraue übergehenden Gestein fehlen die Pyroxene gänzlich, und es ist auf diese Weise ein Amphibol-Andesit entstanden. Die dunklen Hornblenden heben sich aus der hellen Grundmasse deutlich hervor. Die Dacite sind als Amphibol-Biotit-Dacite in einem Handstück vertreten. Dasselbe ist dicht und zeigt schöne eutaxitische Structur, d. h. auf dunkelgrauem Grunde hellrothe Streifen. Die Feldspathe treten ihrer geringen Grösse wegen sehr zurück; die Hornblenden werden bis 4 mm gross. Alle andern von diesem Fundpunkt stammenden Gesteine gehören den Pyroxen-Andesiten an. Aber alle diese Gesteine sind trotz ihrer gleichen mikroskopischen Zusammensetzung äusserlich doch sehr von einander verschieden. Sie gehen vom Hellgrau bis in das Schwärzliche hinein und sind entweder reichlich mit kleinen Poren versehen oder vollständig dicht. Wenn die Feldspathe sehr klein und zahlreich sind, so verleihen sie dem Gestein ein gleichmässig körniges und helleres Aussehen; werden sie grösser und heben sie sich infolge dessen scharf von der schwärzlichen Grundmasse ab, so wird das Gestein porphyrisch. Ein Handstück von diesem Fundorte zeigt ein fleckiges, forellensteinartiges Aussehen. Ein anderes ist durch Verwitterung etwas röthlich geworden und enthält einen hellgrauen Einschluss.

Die letzten Gesteine des Cotacachi sind wieder heller und gehören in ihrer Mehr-

zahl den Amphibol-Andesiten an. Aus dem Rio Pizambizí liegt weisser poröser Bimsstein mit vielen kleinen Hornblenden und grösseren glasigen Feldspathen vor. In dem Derumbo de Peribuela (3872 m) auf der Loma der Hacienda an der N.N.O.-Seite des Berges in 2724 m Höhe sind Amphibol-Andesite und Amphibol-Dacite gesammelt worden. Von den ersteren zeigt der eine schöne entaxitische Structur, auf graublauem Grunde rothe Streifen. Das ganze Gestein macht einen röthlichen Eindruck, zumal auch die Hornblenden rothbraun gefärbt sind; die Feldspathe sind frisch und bis 5 mm gross. Ein anderer Amphibol-Andesit ist hellgrau und erhält durch die grossen schwarzen Hornblenden ein echt porphyrisches Aussehen; die Feldspathe dieses Handstückes sind sehr klein. Das drite von diesem Fundort stammende Gestein ist ein Amphibol-Andesit, der durch Verwitterung ein gelbliches Aussehen angenommen hat. Eingesprengt sieht man glasige Feldspathe und schwarze Hornblenden. Ein sehr dichter grünlicher Amphibol-Andesit mit grösseren Hornblenden wurde als Geröll in dem Rio Alambi (2200 m) auf dem Wege von Imantá nach der Hacienda del Hospital an der N.O.-Seite des Berges gefunden.

Den Gegensatz zu diesen eben beschriebenen Gesteinen bildet die Lava, welche zwischen der Quebrada Quitumbe und dem Rio Cariyaco an der N.N.O.-Seite des Berges ansteht. Sie stellt einen schwarzen, echt porphyrischen Pyroxen-Andesit dar, in dessen schwarzer Grundmasse kleine glasige Feldspathe und schwarze Pyroxene liegen.

Als letztes Gestein vom Cotacachi liegt von dem oberen Theile der Quebrada Seca zwischen dem Ort Cotacachi und Imantá ein hellgrauer dichter Pyroxen-Andesit vor. In der dichten grauen Grundmasse sind weisse Feldspathe und schwärzliche kleine Pyroxene zu erkennen.

4. *Escaleras-Berge.*

Die Laven der Escalcras-Berge, unter welchem gemeinschaftlichen Namen die Berge von Cambugan oder Muenala (3579 m), Sigsicunga (3470 m) und Chanchagran (3735 m) zusammengefasst werden, besitzen im Grossen und Ganzen eine mehr dunklere Farbe. Es treten in diesem Gebiet Pyroxen-Andesite, Amphibol-Andesite, Amphibol-Pyroxen-Andesite und Amphibol-Pyroxen-Dacite auf. Ein Handstück, welches am Rio Cubí auf dem Wege von Perucho nach Escaleras geschlagen wurde, stellt einen makroskopisch an Diabas erinnernden Pyroxen-Andesit von grünlicher Farbe dar. Der Feldspath ist, wie Betupfen mit HCl zeigt, fast vollständig in Kalkspath umgewandelt worden. Das am Rio Cubí anstehende Gestein ist schwarz und sehr dicht und lässt nur kleine Feldspathleisten erkennen. Ebendaher aus einer Quebrada

nahe Moraspamba stammt ein schwarzes, schlackiges, frisches Gestein, dessen Blasenräume mit Serpentin erfüllt sind; der Feldspath bildet kleine glasklare Leisten. Im Gegensatz dazu steht das Gestein von dem zweiten Uebergang über den Rio Tanrichupa, Escaleras-Weg. Es ist ein grauer Amphibol-Pyroxen-Dacit mit grösseren Feldspathen und Pyroxenen. Die Lava am Weg etwas über Peña blanca (3189 m), Abstieg von Escaleras nach Otavalo, ist ein röthlichgrauer, stark verwitterter Pyroxen-Andesit mit deutlich hervortretenden Feldspathen und Augiten. Von dem untersten Derumbo zur rechten Seite des Perugache-Thales stammt ein Handstück mit ausgezeichneter eutaxitischer Structur, ein Amphibol-Pyroxen-Dacit. Es ist ein blaugraues Gestein mit schmalen rothen Streifen. Man erkennt in ihm Feldspath, Hornblende und Glimmer. In dem zweiten (oberen) Derumbo an der rechten Seite des Perugache-Thales sind mehrere Handstücke gefunden worden, welche den Amphibol-Pyroxen-Andesiten angehören. Es sind dies schwarze dichte Gesteine mit deutlichen weissen Feldspathen, die in dem einen Handstücke theilweise gelb gefärbt sind. Hornblende und Pyroxene sind nur selten zu erkennen gewesen.

Zu erwähnen ist endlich noch ein Gestein, welches auf einer Excursion von Quito nach Perucho über den Guaillabamba gesammelt wurde und als den Escaleras-Bergen angehörend bezeichnet ist. Es besteht aus kleinen Körnchen eines rothgefärbten Amphibol-Andesites, die durch Kalk zusammengekittet sind.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1a und 1b. Zwei Feldspathskelette in Doppeltstiefelknechtform. An den beiden Einbuchtungen zeigt die Feldspathsubstanz eine andere Auslöschung wie an den übrigen Theilen. Die Einbuchtungen sind treppenförmig ausgezackt. (Vergl. p. 26.)

Fig. 2. Kreuzförmige Durchwachsung zweier Feldspathe, von denen jeder nach dem Albitgesetz verzwillingt ist. Die Axen der beiden Individuen bilden einen Winkel von 71°. (Vergl. p. 27.)

Fig. 3. Ein an die schriftgranitische Verwachsung von Quarz und Feldspath erinnernder Durchschnitt durch zwei Feldspathe. Es hat sich die eine Feldspathsubstanz in die Unebenheiten der andern hineingelegt, und beide sind gerade an dieser Stelle durchschnitten worden. (Vergl. p. 28.)

Fig. 4. Ein Feldspath, bei welchem nur der äusserste Rand glasfrei ist. Das glasreiche Innere setzt so scharf an dem einschlussfreien Rand ab, dass die zu äusserst liegenden Glaspartikelchen nach dem Rande zu eine gerade Linie bilden, während sie nach dem Kerne zu ausgezackt sind. (Vergl. p. 28.)

Fig. 5. Ein Feldspath, in welchem die Glaszonen vornehmlich einer Seite parallel laufen. (Vergl. p. 29.)

Fig. 6. Darstellung der Umschliessung eines etwas verrundeten Augitkrystalls (a) durch einen Feldspath. Der Augit ist bis auf die schmale vordere Seite umwachsen. (Vergl. p. 29.)

Fig. 7a und 7b. Durchkreuzungszwillinge von Augit nach $\infty P \bar{\infty}$ (100). Der eine (7b) umschliesst in der Mitte bei a einen Hypersthen. (Vergl. p. 32 und p. 35.)

Fig. 8. Strichförmige Interpositionen von Erz in Augit. Sie laufen in grosse Erzmassen aus. (Vergl. p. 33.)

Fig. 9. Eine Concretion von Erz- und Hypersthenkörnchen mit regelmässiger Umgrenzung. Dieselbe ist in einem Hypersthen eingeschlossen. (Vergl. p. 34.)

Fig. 10a und 10b. Die Lage der Mittellinien zu den krystallographischen Axen bei der Hornblende von Arendal vor und nach dem Glühen. Im ersten Falle bildet die Elasticitätsaxe c mit der Verticalaxe einen Winkel von 19° (Fig. 10a), nach dem Glühen fallen beide zusammen und a steht senkrecht auf der vorderen Endfläche. (Vergl. p. 40.)

Fig. 11. Unregelmässige Zonenbildung der Hornblende. In einem länglichen Krystall liegt ein fast kreisrunder Kern. (Vergl. p. 43.)

Fig. 12. Magmatische Corrosion der Hornblende. Der noch frische Kern ist von einer breiten Zone dichten Erzes umgeben, um welche ein schmaler Rand von Augitkörnchen herumläuft. (Vergl. p. 44.)

Fig. 13. Magmatische Corrosion der Hornblende. Es ist ein Gemenge von Erz- und Augitkörnchen entstanden, welches nach aussen und nach dem frischen Kerne zu von einer dichten opaken Zone begrenzt wird. (Vergl. p. 44.)

Fig. 14. Zonenmässige magmatische Corrosion der Hornblende. (Vergl. p. 45.)

Fig. 15a und 15b. Zwei mit magmatischem Corrosionsrand versehene Glimmertafeln. An den Stellen, wo fremde Krystalle anliegen, fehlt der Rand gänzlich. (Vergl. p. 48.)

Fig. 16. Ein durch magmatische Corrosion verrundeter Quarzkrystall ist von einem dichten, aus feinen Augitnädelchen bestehenden Saum umgeben. (Vergl. p. 49.)

Fig. 17. Ein Olivin, dessen oberer Theil parallel den Seiten des Doma $2 P \breve{\infty}$ (021) dachförmig abgeschmolzen ist. (Vergl. p. 50.)

Fig. 18. Magmatisch corrodirter Quarz. In die Ausbuchtungen ist Grundmasse hineingedrungen. (Vergl. p. 49.)

Fig. 19. Das in einer Bucht von Feldspath angesammelte braune Glas wird durch Augit- und Erzmikrolithe entfärbt; infolge dessen sind der grosse Augitkrystall und die kleinen Augitmikrolithen von einem hellen Glashof umgeben. Das Glas der an Augit- und Erzmikrolithen reichen Grundmasse ist farblos. (Vergl. p. 56.)

THESEN.

1. Die Auslöschungsschiefe der Hornblende ist von ihrem Gehalt an Eisenoxyd resp. Eisenoxydul abhängig.

2. Manche als Gneiss bezeichnete Gesteine müssen als dynamometamorphe Granite aufgefasst werden.

3. Die Grenze zwischen Augit-Andesit und Feldspathbasalt ist in keiner Hinsicht eine scharfe.

VITA.

Natus sum Johannes Jacobus Maximilianus Belowsky Berolini anno h. s. sexagesimo quinto Idibus Aug. patre Ignatzio, quem iam morte mihi ereptum valde lugeo, matre Maria de gente Koch. Fidei addictus sum evangelicae.

Gymnasium patriae frequentavi Coloniense. Testimonium ibi maturitatis adeptus, ut me cum philosophiae tum rerum naturalium disciplinae darem, undevicesimum annum agens inter cives academicos almae Fridericae Guilelmae Berolinensis receptus philosophorum ordini inscriptus sum. Ibi sex fere annos cum rebus naturalibus tum studiis mineralogicis et chemicis operam dedi.

Magistri academici mihi fuerunt viri doctissimi et illustrissimi:

v. Bezold, E. du Bois-Reymond, Dames, Dilthey, Eichler †, Engler, Gabriel, v. Hofmann †, Kiepert, Klein, Knoblauch, Kny, König, Koken, Kundt, Magnus, Netto, Pinner, Rammelsberg, Reinhardt, Rinne, Roth †, Schwendener, F. E. Schulze, Tiemann, Traube, v. Treitschke, Wesendonck, Zeller.

Experimenta feci in secundo Universitatis laboratorio chemico viro clarissimo Rammelsberg praeside atque in instituto petrographico, cui vir illustrissimus C. Klein praeest.

Omnibus, quos supra enumeravi, viris doctissimis optime de me meritis gratias ago quam maximas semperque habebo.

Lith. Anstalt v. C.L. Keller Berlin S.



